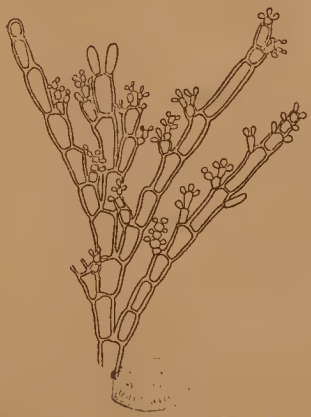
TOME XII - Fasc. 1-2 Juin 1941-42

REVUE ALGOLOGIQUE

Fondée par P. ALLORGE et G. HAMEL

DIRECTEURS :

P. ALLORGE et ROB. LAMI



LABORATOIRE DE CRYPTOGAMIE
DU
MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
12, RUE DE BUFFON, 12 — PARIS (V°)

Pr 1170

REVUE ALGOLOGIQUE

TOME XII

PARIS
1941

VÉGÉTATION ALGALE DE FRANCE. — Pl. 12.

Revêtement de *Rhizoclonium riparium* (Roth.) Harv., dominant, et de *Enteromorpha compressa* var. *minima* f. *micrococca* (Kütz) Hamel. Sur la base du rempart nord de Saint-Malo (I.-et-V.).

Prasiola stipitata Suhr. localisés près d'un suintement d'eau azotée d'un égout. Rempart nord de Saint-Malo (I.-et-V.).

PHOTOS ROB. LAMI.

Source MNHN, Paris

Tome XII - Fasc. 1-2 Juin 1941

REVUE ALGOLOGIQUE

Directeurs :

P. ALLORGE et Rob. LAMI

SOMMAIRE

J. PAYEN. — Les pigments des Algues. Leur rôle biochimique..... 1

A.-H. NASR. — Some New and little Known Algae from the Red Sea. 57

J. FELDMANN. — Les Algues marines de la côte des Albères. — IV. Rhodophycées *(suite)* 77

P. FRÉMY. — Cyanophycées des îles Bonaire, Curaçao et Aruba, d'après les récoltes de M. H. HUMMELINK en 1930..... 101

E. MANGUIN. — Contribution à la flore des Diatomées d'eau douce de Madagascar 153

BIBLIOTHÈQUE DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

Source : MNHN, Paris

Les Pigments des Algues
Leur rôle biochimique

Par Julienne PAYEN
Docteur ès Sciences

INTRODUCTION

Les algues offrent une gamme de coloris brillants dus à des pigments variés produits par la cellule. Ces pigments suscitèrent l'intérêt de nombreux chercheurs, qui essayèrent d'en découvrir le rôle biologique et la constitution chimique.

Les premières recherches portèrent surtout sur les fonctions des algues.

Dès 1709, DILLWYN (British Confervae) examine quelques algues rouges. En 1772, PRIESTLEY puis AIMÉ constatent le dégagement d'oxygène effectué par les ulvacées placées à la lumière. Plus tard, INGEN-HOUSS, VAN TIEGHEM attribuent aux Floridées et aux Phéophycées, qu'ils croient privées de chlorophylle, un pseudo parasitisme, et, de ce fait, une fonction exclusivement comburante. Les travaux de CLOEZ, de KÜTZING, en 1843, montrent la présence de chlorophylle dans les algues rouges et brunes, et celle de pigments surnuméraires, que KÜTZING appelle : Phycoérythrine et Phycocyanine, mais les connaissances que l'on possède sur ces pigments particuliers des algues sont encore des plus imprécises.

NÆGELI, en 1846, étudie un certain nombre de Floridées, et attribue au pigment rouge la propriété de se transformer en chlorophylle pendant la vie ou après la mort de la plante.

Ce n'est qu'en 1866 que des expériences précises apportent quelque clarté dans ces questions. STOKES, COHN, ROSANOFF dé-

Source MNHN Paris

montrent que les algues de toutes couleurs respirent et assimilent comme les plantes supérieures.

Rosanoff, dans un mémoire des plus intéressants, indique les étapes de ces différentes recherches. Il étudie le pigment dans la cellule, il en examine le spectre, la fluorescence, et cherche à déterminer les causes qui provoquent les variations de couleur que subissent les thalles détachés de leur substratum : modifications que l'auteur attribue à des phénomènes pathologiques qui dépendent de l'action de la lumière, de la chaleur, de la dilution de l'eau de mer par la pluie, etc.

Les études sur la nature chimique des pigments sont plus récentes; or, seules, elles permettent d'élucider avec précision les différents problèmes biologiques.

Le présent travail a pour but de présenter aussi complètement que possible les connaissances actuelles sur la constitution chimique et sur le rôle des pigments élaborés par les algues.

METHODES D'ETUDE

L'extraction et la séparation des différents pigments exigent des méthodes qui ne déterminent aucune modification chimique du produit coloré.

1° **Dissolution.**

Les extractions se font, suivant la nature des algues, à partir de plantes fraîches ou à partir d'algues séchées à l'ombre et pulvérisées.

Chaque pigment peut se caractériser par sa solubilité plus ou moins grande dans les solvants : ceux-ci sont nombreux, mais, en général, une première extraction par l'alcool 85 % ou par l'eau isole deux groupes de pigments. L'emploi judicieux de liquides non miscibles entre eux et de densités différentes permet de séparer les pigments d'un mélange : les corps les plus utilisés sont : l'éther sulfurique, l'acétone, la benzine, le chloroforme, l'éther de pétrole, le sulfure de carbone... C'est ainsi qu'on obtient, par l'éther, la chlorophylle pure (a + b) à partir d'une solution alcoolique de chlorophylle brute, et que l'on isole du mélange acétonique de chlorophylle a + b, la chlorophylle a, par addition d'éther de pétrole.

2° **Analyse capillaire.**

Lorsque les différents pigments sont en solution homogène, mais en très faible quantité, on peut les mettre en évidence par le procédé de l'analyse capillaire. Le dispositif de Kampf rend l'opération plus

Source MNHN, Paris

précise : une bande de papier filtre dont l'extrémité plonge dans la solution contenant les pigments est suspendue dans une éprouvette graduée; les différents pigments s'élèvent par capillarité et, suivant leur tension superficielle respective, on obtient des bandes colorées que l'on compare à celles fournies par des pigments connus.

Ce procédé a été très utile pour distinguer la phycocyanine de la phycoérythrine dans un mélange des deux pigments; les filtrations répétées enrichissent le mélange en phycocyanine.

DANCKWORTT et PFAN ont accru la sensibilité de la méthode en déterminant, par une irradiation en lumière de Wood, la fluorescence des différentes zones pigmentaires.

3° Analyse chromatographique par absorption.

Ce procédé, mis au point par TSWETT, est beaucoup plus précis que le précédent et considéré comme le meilleur pour isoler les différents pigments. Il s'appuie sur l'action des composés chimiques sur la tension superficielle des solutions.

Conformément au théorème de Gibbs : « Une substance, qui déprime la tension superficielle du solvant, tend à s'accumuler à la surface, à y être adsorbée, et cela de telle sorte que, suivant la concentration et la nature des corps en présence, le coefficient de partage entre la solution et la surface peut devenir infiniment petit. »

La filtration d'une solution appropriée d'un mélange de pigments, au travers d'une colonne de substance pulvérulente neutre, pourra conduire à la séparation des composants suivant l'ordre décroissant de leurs activités respectives sur la tension superficielle.

Au noir animal ou végétal utilisé autrefois, on substitue des substances diverses telles que carbonate de calcium fin pulvérisé, inuline, sucre, mélange d'oxyde d'aluminium ordinaire (rapport $\frac{1}{4}$) et d'oxyde d'aluminium fibreux, terre à foulon.

L'appareil utilisé par TSWETT, et modifié par DHÉRÉ et ROGOWSKI, est un long tube contenant la substance adsorbante; il est placé au-dessus d'une éprouvette à filtration sur vide où une diminution de la pression intérieure détermine le passage lent de la solution. Les pigments adsorbés à des hauteurs différentes de la colonne se disposent en une stratification pigmentaire à laquelle TSWETT a donné le nom de chromatogramme.

Les pigments des différentes couches sont libérés par des solvants appropriés. Pour faciliter cette séparation, on fait filtrer une petite quantité de solution, puis on lave au solvant pur, les zones s'éloignent ainsi les unes des autres.

L'analyse de chaque fraction pigmentaire est effectuée par com-

Source MNHN Paris

paraison avec des solutions étalons de pigments purs. C'est ainsi que les carotènes α et β sont séparés sur colonne d'hydroxyde de calcium, et que la chlorophylle brute dissoute dans le sulfure de carbone a été décomposée en deux pigments verts (chlorophylle *a* et *b*), en quatre xanthophylles jaunes et une carotine non adsorbée et recueillie dans le filtrat.

1. Zone incolore.
2. — jaune : xanthophylle β.
3. — vert olive sombre : chlorophylle β.
4. — vert bleu sombre : chlorophylle α.
5. — jaune : xantophylle α' = et α''.
6. — incolore.
7. — orangée : xanthophylle α.

4° **Méthodes optiques.**

La recherche des différents pigments peut se faire en utilisant la propriété que possèdent ces corps d'absorber certaines radiations lumineuses et de présenter, dans des conditions particulières d'éclairage, une fluorescence dont on peut observer le spectre d'émission.

Ces procédés, d'une grande précision, décèlent la présence d'un pigment même à l'état de trace et en permettent l'étude dans les tissus mêmes qui les renferment.

a) *Spectres d'absorption.* — L'interposition d'une solution de pigment, sur le trajet d'un faisceau de lumière blanche naturelle ou artificielle, fait apparaître dans le spectre des bandes d'absorption dont la position peut être déterminée avec précision, et qui sont caractéristiques du corps. La place de ces bandes, pour un même corps, peut varier légèrement avec le solvant employé. Lorsque le milieu est très concentré en pigment, les bandes se fusionnent et il devient difficile de fixer leur position; une dilution progressive sépare les différentes bandes qui ne forment plus, avant de disparaître, que des raies étroites ou axes dont on peut déterminer exactement la place.

b) *Fluorescence.* — *Spectre d'émission.* — Les pigments, lorsqu'ils sont frappés par des radiations visibles (particulièrement bleues et violettes), ou par des rayons ultra-violets, offrent un jeu de lumière particulier appelé fluorescence.

D'après Dhéré et F. Perrin : « Une fluorescence est essentiellement associée à un simple passage des molécules ayant absorbé la lumière incidente, par un état excité à partir duquel l'émission se produit par suite d'une instabilité interne. »

Les phénomènes de fluorescence que présentent certains extraits végétaux ont été l'objet de nombreuses études.

Source MNHN Paris

Dès 1846, BREWSTER signalait la fluorescence de la chlorophylle; à une date un peu postérieure, STOKES donnait la relation entre la réfrangibilité des rayons excitateurs et celle des rayons émis par fluorescence; il énonçait en une loi ces faits, que la longueur d'onde des rayons émis lors de la fluorescence est toujours supérieure à celle des rayons de la source excitatrice, l'écart pouvant être considérable. C'est ainsi que les pigments du groupe de la chlorophylle excités par la lumière de Wood (raie $\lambda = 365$ du mercure) donnent une émission dans l'infra-rouge.

Cet auteur a étudié la fluorescence des algues, en particulier celle des rhodophycées et des cyanophycées. De nombreux travaux se sont succédé sur ce sujet : parmi les ouvrages parus, celui de DHÉRÉ : *Fluorescence en biochimie*, et celui de FRANCIS PERRIN : *Fluorescence des solutions*, donnent l'historique de la question, la description des appareils utilisés pour produire les rayons excitateurs et pour étudier les spectres d'émission. On trouve aussi un aperçu des applications de plus en plus importantes de l'optochimie en biochimie et en médecine.

Source MNHN Paris

ETUDE DES DIFFERENTS PIGMENTS

I. — *CHLOROPHYLLE*

1° Etude générale

La chlorophylle a été mise en évidence dans toutes les algues. Les recherches spectroscopiques du physicien Angström et celle d'A. Gauthier ont laissé supposer, pendant un temps, une différence entre cette chlorophylle et celle des plantes supérieures, différence traduite par un déplacement de la troisième bande d'absorption; les remarquables travaux de Willstätter sur ce sujet ont prouvé qu'il n'en est rien. Les composants de la chlorophylle des algues ont la même constitution chimique que ceux des plantes supérieures.

Les propriétés, la composition, les dérivés de la chlorophylle sont bien connus; cependant, afin de donner une étude d'ensemble de tous les pigments des algues, il a paru intéressant de résumer les principaux travaux de Willstätter, Stoll et Tswett sur ce sujet.

a) *Propriétés physiques*

La chlorophylle s'extrait facilement à partir des algues vertes (*Ulva lactuca*, *Enteromorpha intestinalis*). Les dissolvants utilisés sont l'alcool, l'acétone, les hydrocarbures aromatiques, le sulfure de carbone, l'éther, le chloroforme.

Une solution acétonique de chlorophylle placée sur le trajet d'un spectre continu de lumière blanche absorbe un certain nombre de radiations, et l'on obtient un spectre caractéristique d'absorption :

— une bande compacte dans le rouge,
— une bande étroite dans l'orangé,
— une bande étroite dans le jaune,
— une à la limite du jaune et du vert,
— trois larges bandes dans le bleu et le violet.

Le spectre varie, d'une part, avec la nature des solvants (la chlorophylle entre facilement en combinaison avec un certain nombre de ceux-ci et fournit un spectre particulier), d'autre part, avec la

Source : MNHN, Paris

concentration en chlorophylle : lorsque la solution est concentrée, les sept régions s'élargissent et arrivent à confluer; si la solution est plus étendue, les bandes se réduisent et chaque région, avant de disparaître, donne une ou deux raies très étroites appelées axes.

Les bandes d'absorption, étudiées à partir d'un thalle très transparent d'*Ulva lactuca*, sont légèrement décalées vers la région rouge. On pense que l'état colloïdal du pigment détermine ce déplacement : les expériences d'IWANOWSKI ont apporté une preuve en faveur de cette hypothèse. Une solution alcoolique de chlorophylle, lorsqu'elle est additionnée d'eau et d'une petite quantité de sel neutre, se trouble et il se forme un fin précipité granuleux de chlorophylle colloïdale, qui reste en suspension; le spectre obtenu dans ce cas présente le même déplacement des bandes que lorsqu'on examine celui de l'algue même.

En solution, la chlorophylle est détruite par la lumière; sa résistance dans la feuille serait due au rôle protecteur du stroma colloïdal.

Une solution de chlorophylle brute dans l'éther éthylique présente, en lumière blanche, une fluorescence rouge dont les deux bandes d'émission très voisines, déterminées avec précision par DHÉRÉ, FONTAINE et Mlle RAFFY, ont leurs axes à $\lambda = 732{,}5$ et λ 672.

b) *Propriétés chimiques. Constituants*

La chlorophylle pure, calcinée, donne des cendres ne contenant exclusivement que du magnésium. La solution acétonique de chlorophylle pure, donc sans caroténoïdes, donne, lorsqu'elle est traitée par un même volume d'éther de pétrole et d'eau, puis agitée dans un volume d'alcool méthylique à 90°, deux couches différemment colorées. La couche alcoolique vert foncé contient la chlorophylle *b*; la couche d'éther de pétrole bleu verdâtre a entraîné la chlorophylle *a*.

WILLSTÄTTER a étudié avec précision ces deux chlorophylles *a* et *b* et en a fixé la formule :

Chlorophylle *a* : $C^{55} H^{72} O^{5} N^{4} Mg$.
Chlorophylle *b* : $C^{55} H^{70} O^{6} N^{4} Mg$.

Ces deux chlorophylles sont des éthers-sels : la chlorophylle [*a*] contient :

Un acide tribasique dont les carboxyles sont liés à :

— un groupe $H - CH^2 OH$
— un alcool : $C_{20} H_{39} OH$ — le Phytol
— un noyau lactamique.

Source MNHN Paris

La formule de la chlorophylle [*a*] peut s'écrire :

$$Mg\,C_{31}H_{26}N_3 \begin{cases} COO\,C_{20}H_{39} \\ COO\,CH^3 \\ CO \\ \quad | \\ NH^4 \end{cases}$$

La chlorophylle [*b*] ne contient pas de noyau lactamique; sa formule peut s'écrire :

$$Mg\,C_{32}H_{28}O_2N_4 \begin{cases} COO\,C_{20}H_{39} \\ COO\,CH_3 \end{cases}$$

La chlorophylle pure, traitée par la potasse en dissolution aqueuse, ne donne aucune réaction : elle ne contient donc aucune acidité libre.

Action de la chlorophyllase. — La chlorophylle en solution alcoolique subit l'action d'une diastase : la chlorophyllase, et abandonne le Phytol. Le carboxyle ainsi libéré se combine au solvant alcool et donne un *éthyl* ou *méthyl-chlorophyllide* (corps obtenu cristallisé par BORODINE, 1880) :

$$C_{32}H_{30}ON_4Mg \begin{cases} COOCH^3 \\ COOC_{20}H_{39} \end{cases} + C^2H^5OH$$

$$= C_{20}H_{39}OH + C_{22}H_{30}ON_4Mg \begin{cases} COOCH^3 \\ COOC^2H^5 \end{cases}$$

Phytol Ethyl-chlorophyllide α

Action des alcalis. — La saponification est plus ou moins complète suivant la température : un ou deux alcools sont détachés; l'acide libéré s'unit à l'alcali pour donner un sel généralement insoluble dans l'éther et coloré en vert.

— à froid ou à 100°, on obtient un acide tribasique, *la chlorophylline* (*a* et *b*) $C_{31}H_{29}N_4Mg$ (COOH).

— à 140° et sous pression, on a des acides bibasiques, *les Phyllines : Glaucophyllines* et *Rhodophyllines.*

— à 200°, on a des acides monobasiques, les *Pyrrophyllines* et *Phyllophyllines.*

Dans tous ces corps, le magnésium subsiste; la résistance de ce corps aux alcalis à haute température (d'après WILLSTÄTTER) indique son union à l'azote de la molécule.

Source MNHN Paris

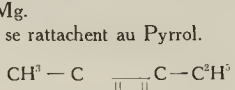
Action des acides. — Le magnésium est détaché sans qu'il y ait saponification et est remplacé par H^2; on obtient un produit brun, la Phéophytine *a* et *b*. Il est nécessaire de signaler que la phyllocyanine trouvée par FRÉMY en faisant agir HCl sur une solution alcoolique de chlorophylle n'est que la phéophytine; il en est de même de la phylloxanthine de certains auteurs, qui ne serait qu'un mélange de phéophytine *b* et d'un pigment jaune caroténoïde.

Les phéophytines, qui ne contiennent plus de Mg, peuvent se combiner à d'autres métaux : Zn, Cu, Fe. Ce sont encore des éthers-sels contenant Phytol et Alcool méthylique.

Saponifiées par KOH, elles donnent une *Phytochlorine e* (chlorophylle *a*) de couleur vert olive dans l'éther et vert bleu en milieu acide, et une *Phytorhodine g* (chlorophylle *b*) rouge en solution neutre, bleu vert en solution acide.

Les Phyllines traitées par un acide perdent le magnésium et fournissent les Porphyrines; la Pyrrophylline donne la pyrroporphyrine. Des corps identiques sont obtenus en partant de l'hématine du sang, dont la composition rappelle les pyrrophyllines dans lesquelles Fe s'est substitué à Mg.

Tous ces corps se rattachent au Pyrrol.



2° CHLOROPHYLLE DANS LES ALGUES

a) *Chlorophycées*

Les recherches relatives à la teneur en chlorophylle de ces algues en ont montré la pauvreté, en comparaison des proportions de ce pigment contenu dans les plantes supérieures croissant dans les mêmes conditions.

Les expériences de détermination spectrale colorimétrique faites par LUBIMENKO et HUBBENET, au moyen d'une solution contenant 0 gr.003 de chlorophylle cristallisée dans 100 cm^3 d'alcool, ont fixé à 37 % la teneur relative moyenne en chlorophylle des algues vertes, si l'on représente par 100 celle des plantes supérieures.

L'étude des spectres d'absorption, effectuée par SPECH, WEIGERT, LEMBERG, montre la présence de la chlorophylle *a* et *b*.

WILLSTÄTTER et PAGE, TSWETT ont indiqué que les bandes

Source : MNHN, Paris

de fluorescence d'un filament de *Spirogyre* sont identiques à celles obtenues avec l'*Elodea*.

Bande I, chlorophylle *a* — λ entre 685 et 670.
Bande II, chlorophylle *b* — λ entre 660 et 650.

Celles de *Chlorella* sont semblables à celles des feuilles de *Tradescantia* (Stern).

DHÉRÉ et FONTAINE, en utilisant *Ulva lactuca*, ont fixé avec précision les axes des bandes de fluorescence à $\lambda = 684{,}7$ pour la bande I (chlorophylle *a*), et à $\lambda = 655{,}5$ pour la bande II (chlorophylle *b*).

WILLSTÄTTER et PAGE montrent nettement que le rapport de ces deux composantes de la chlorophylle est très différent de celui qu'elles ont dans les plantes supérieures. Sur 2 gr. 75 de chlorophylle pure contenue dans une feuille, on sépare 2 gr. de chlorophylle (a) et 0 gr. 75 de chlorophylle (b) ; le rapport est donc de 8/3. Dans les algues vertes, *Ulva lactuca*, *Enteromorpha intestinalis*, le rapport est de 4/3. La chlorophylle *b* est plus abondante que dans les plantes supérieures; elle correspond à plus des 2/3 de la chlorophylle totale. Ces différences suffiraient à expliquer les colorations plus ou moins éloignées du vert chlorophylle.

Les extraits fraîchement préparés de Chlorophycées ne contiennent pas de *chlolofucine*, ou *chlorophylle* γ, mais les mêmes algues desséchées à l'obscurité, dans le vide, sur chlorure de calcium, et traitées par l'éther, donnent une bande différente de celle de la chlorophylle *a* dans le spectre de fluorescence (DHÉRÉ-FONTAINE), bande qui diffère de la protochlorophylle, mais qui coïncide, sauf un léger décalage vers le violet, avec celle de la chlorophylle γ.

b) *Phéophycées*

La teneur en chlorophylle est encore plus faible que dans les algues vertes. Les expériences de LUBIMENKO, effectuées sur *Fucus vesiculosus* et *Laminaria digitata*, ne donnent guère que 30 % de ce que contiennent les plantes aquatiques. Les différents auteurs, STOKES, TSWETT, WILSCHKE, SORBY, s'accordent à ne signaler que des traces de chlorophylle *b* dans la chlorophylle brute de ces algues; certains en nient l'existence.

La recherche des bandes de fluorescence d'un extrait éthéré de *Fucus* ne signalait qu'une bande dont l'axe $\lambda = 664$ est celui de la chlorophylle *a*; la bande de la chlorophylle *b* : $\lambda = 647$ manque (DHÉRÉ).

Source MNHN Paris

Cependant, WILLSTÄTTER affirme que la proportion de chlorophylle *b* atteint environ 5 % de celle de la chlorophylle *a*. Il se base sur la formation d'une très petite quantité de *phytorhodine g* à côté d'une forte quantité de *phytochlorine e*, quand on traite à l'ébullition la chlorophylle brute des phéophycées par la potasse alcoolisée par l'alcool méthylique, et qu'on acidifie.

Des expériences de TSWETT, KYLIN, effectuées sur des algues sèches de plusieurs semaines, ont décelé la présence d'un dérivé très proche de la chlorophylle, la *chlorophylle* γ ou *chlorofucine*. Les algues sèches pulvérisées sont épuisées à l'alcool; la solution additionnée de beaucoup d'eau est reprise par l'éther de pétrole. Cette solution, additionnée d'une petite quantité d'alcool, fournit à l'analyse capillaire une bande jaune vert qui apparaît immédiatement au-dessus de la bande jaune brun de fucoxanthine. En présence d'acide chlorhydrique 20 %, cette bande de chlorofucine se colore fortement en jaune, puis blanchit, tandis que celle de la chlorophylle devient brune, et celle de fucoxanthine bleu vert.

BORESCH n'a pas observé cette substance à partir d'un matériel frais extrait rapidement et à froid; cependant, les expériences récentes (1935) de DHÉRÉ et FONTAINE, effectuées à partir d'algues fraîches et sèches, semblent en confirmer la présence. Les extraits éthérés donnent en quelques instants un spectre de fluorescence à deux bandes brillantes, une dans le rouge, dont l'axe est à $\lambda = 664$ (chlorophylle α), l'autre dans l'orangé, dont l'axe est à $\lambda = 631$ (chlorophylle γ).

Quant à la coloration brune que quelques auteurs attribuaient à une modification de la chlorophylle, elle serait due, d'après BORESCH, à d'abondants pigments jaunes bruns.

c) *Rhodophycées*

D'après les expériences de LUBIMENKO, faites sur *Porphyra lacinata*, *Nemalion multifidum*, *Furcellaria fastigiata*, *Chondrus crispus*, la quantité de chlorophylle n'atteint en moyenne que les 18/100es de celle contenue dans les plantes supérieures. Cette teneur en pigment vert varie d'ailleurs avec l'éclairement auquel la plante est soumise (HUBBENET). En surface, *Ceramium rubrum* contient 0 gr. 19 de pigment vert pour 100 gr. de poids sec; en profondeur, à 50 mètres environ, la même algue en contient 0 gr. 71.

Les recherches de SORBY, BORESCH montrent la présence de la chlorophylle *a*, à l'exclusion de la chlorophylle *b*. MARCHLEWSKI en signale des traces, mais l'étude des spectres de fluorescence faite

Source MNHN Paris

par DHÉRÉ sur *Rhodymenia palmata* vivante ne montre que la raie $\lambda = 677$ de la chlorophylle *a*.

Ces algues ne contiendraient que de très petites quantités de chlorophyllase.

d) *Cyanophycées*

Ces algues, comme les précédentes, n'ont qu'une moyenne de 20 % de chlorophylle représentée par la chlorophylle *a*.

BORESCH et COHN ont étudié le verdissement normal des Cyanophycées à l'obscurité, le développement lent du pigment vert à la lumière, mais dans le vide, et observé son absence totale à l'obscurité et dans le vide. Ils ont recherché les concentrations de différents sels qui favorisent le développement de la chlorophylle, ou qui produisent un effet toxique; ils ont indiqué le rôle important de l'azote dans le verdissement.

MNHN Paris

II. — *CAROTÉNOIDES*

1° Etude générale

Ce nom, proposé par Tswett, désigne un groupe de pigments jaunes, orangés et rouges; ces pigments sont isolés facilement d'une solution alcoolique de chlorophylle brute traitée par l'éther, qui en retire la chlorophylle pure.

a) *Propriétés physiques*

Ces corps sont solubles dans l'acétone, le chloroforme, le sulfure de carbone; leurs solutions ont des teintes variant du jaune au rouge suivant les concentrations. Insolubles dans l'eau, ils se dissolvent facilement dans les graisses; leurs spectres d'absorption ont été étudiés par Kuhn et Smakula; les bandes sont localisées dans le bleu et le violet.

Un extrait par l'éther de chlorophylle brute, donc contenant des caroténoïdes, prend, lorsqu'il est traité par $SO^4 H^2$ concentré, une coloration bleue.

Les caroténoïdes oxygénés donnent également une coloration bleue; lorsqu'on agite leur solution éthérique avec HCl 25 %, l'éther se décolore et l'acide prend une teinte bleue.

Les caroténoïdes sont obtenus cristallisés par le procédé suivant (Molisch) : les algues sont traitées pendant plusieurs jours par une solution alcoolique de potasse à 20 % dans l'alcool à 40°; les graisses et la chlorophylle sont saponifiées, les caroténoïdes cristallisent en cristaux fondant entre 167° et 172°.

b) *Propriétés chimiques*

Ces pigments sont facilement détruits à des températures élevées et à la lumière; ils peuvent fixer à l'air et à la température ordinaire des quantités d'oxygène atteignant 35 à 40 % de leur poids. L'oxydation se fait d'autant plus vite que le produit est plus impur (les impuretés, sels de métaux lourds jouant le rôle de catalyseurs); la

Source MNHN, Paris

présence de lipides ou de protides retarde et peut même empêcher l'oxydation.

Les caroténoïdes fixent facilement I et Br en donnant des composés variables; le plus connu est un di-iodure, que l'on obtient à l'état de flocons verts quand on ajoute une solution d'iode dans l'éther de pétrole à une solution de carotène.

c) *Constitution*

L'analyse ne révèle pas d'azote dans la constitution des caroténoïdes : ce sont des hydrocarbures non saturés.

Les recherches de ZEICHMEISTER et KARRER ont fixé la constitution de ces corps; ils contiennent un grand nombre de doubles liaisons qui en forment la partie principale, la couleur des caroténoïdes étant de plus en plus foncée à mesure que le nombre des doubles liaisons augmente.

Les carboxyles conjugués avec la chaîne rendent également la couleur du pigment plus foncée.

WILLSTÄTTER et MIEG ont établi des rapports avec les terpènes. Ces auteurs admettent que les caroténoïdes proviennent de l'union de huit molécules d'isoprène C^5H^8 (condensation et déshydrogénation).

$$\begin{array}{c} CH^2 = C\text{-}CH = CH^2 \\ \quad\quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\quad CH^3 \end{array}$$

Cette chaîne présente, en plus, des groupes méthyles attachés à distances régulières; on a établi de ce fait un rapport avec le phytol, corps qui jouerait un rôle dans la synthèse des caroténoïdes des plantes. Les deux extrémités de la chaîne sont occupées par des groupements divers, qui caractérisent les différents caroténoïdes connus.

d) *Séparation des différents caroténoïdes*

On utilise des différences de solubilité. L'algue est traitée par un mélange d'alcool et d'éther de pétrole : le liquide jaune obtenu, additionné de quelques gouttes d'eau, se sépare en une couche supérieure formée par l'éther de pétrole et contenant les caroténoïdes, et une couche inférieure formée par l'alcool aqueux qui retient les xanthophylles. Lorsque les xantophylles sont éthérifiées par des acides gras, leur solubilité devient celle du carotène; dans ce cas, pour effectuer

Source : MNHN, Paris

la séparation, on additionne de soude alcoolique, qui saponifie rapidement les éthers.

Cette méthode a été mise au point par WILLSTÄTTER et PAGE, par KUHN et WINTERSTEIN. La séparation s'effectue très bien par adsorption sur un mélange d'oxyde d'aluminium fibreux et d'oxyde d'aluminium ordinaire.

2° CAROTÉNOIDES COMMUNS AUX ALGUES ET AUX PLANTES SUPÉRIEURES

On trouve, dans la plupart des algues, un mélange de carotène et de xanthophylle.

a) *Carotène*

Le carotène est, d'après KUHN et LEDERER, un mélange d'isomères. Ces corps ont été obtenus en cristaux prismatiques violets à reflets métalliques fondant à 188°, très solubles dans le sulfure de carbone et l'éther de pétrole, insolubles dans l'alcool, non attaqués par les alcalis.

ZECHMEISTER et CHOLNOKY (1928) déterminent la composition du carotène C^{40} H^{56}. Ce corps est formé de 11 doubles liaisons, les deux bouts de la chaîne étant occupés par deux anneaux de Ionone (odeur caractéristique de violette répandue par la préparation de carotène à l'air). L'oxydation par l'acide chromique fournissant six molécules d'acide acétique met en évidence six groupes méthyles. L'oxydation par MnO^4K et Ozone fournit les acides géroniques diméthyl-glutariques et diméthyl-succiniques. On a retiré, du carotène brut, deux isomères : les carotènes α et β.

1° Par précipitation par l'iode, le carotène β précité, α reste en solution.

2° Par adsorption sur une colonne d'hydroxyde de calcium (le carotène n'est pas adsorbé par Co^3Ca), β occupe la partie supérieure de la colonne et y forme une zone rouge; α occupe la partie inférieure et fournit une zone jaune.

3° Par adsorption sur terre à foulon, les deux carotènes étant solubilisés dans l'éther de pétrole : β est adsorbé, α reste dans la solution.

Les deux isomères diffèrent par leurs propriétés optiques, par leurs spectres d'absorption.

a) Le carotène α est fortement dextrogyre $[\alpha_c] = +380°$ (raie

Source MNHN Paris

rouge du cadmium : 643,5). La rotation augmente à mesure qu'on utilise des raies se rapprochant des bandes d'absorption du carotène.

Pour la raie C = 315°
λ = 643 = 385°
λ = 625 = 437°
λ = 607 = 507°

Le spectre d'absorption du carotène α a ses bandes 10 m/μ plus près du bleu que le carotène β.

b) Le carotène β est optiquement inactif : en solution dans le sulfure de carbone, son spectre d'absorption a trois bandes : λ = 521 — 485 — 454.

KUHN et BROCKMAN pensent avoir obtenu un carotène γ.

b) *Xanthophylles*

Découvertes en 1883 par BORODINE, elles sont étudiées par TSWETT (1906), qui met quatre isomères en évidence : α, α', α'' et β par analyse chromatographique sur $Co^{3}Ca$. L'adsorption se fait à différentes hauteurs suivant le nombre d'atomes d'oxygène du pigment.

Les xanthophylles sont peu solubles dans l'éther de pétrole, très solubles dans l'alcool, facilement attaquées par les alcalis, très instables en présence des acides. Elles s'oxydent très facilement et l'on admet qu'elles représentent un stade d'oxydation du carotène.

Elles ont trois bandes d'absorption : λ = 508 — 475 — 445, et un pouvoir rotatoire variant de + 136° à + 192° (en solution dans le chloroforme et en lumière rouge, raie C).

Source : MNHN, Paris

3° Caroténoides des algues

a) *Chlorophycées*

Les travaux de Willstätter et Page ont mis en évidence, dans *Ulva lactuca*, deux caroténoïdes : un carotène et une xanthophylle.

Kylin, étudiant *Enteromorpha intestinalis*, une espèce de Spirogyre et *Ulva lactuca*, indique quatre caroténoïdes. La totalité des pigments est extraite par l'alcool, la chlorophylle saponifiée par la soude et le résidu épuisé par l'éther. L'analyse capillaire de la solution éthérique révèle un carotène et trois xanthophylles : l'une, analogue à celle des plantes supérieures, donne avec l'acide chlorhydrique une coloration verte; l'autre, la *phylloxanthine*, prend une teinte bleu vert avec HCl. (l'existence de ce pigment est mise en doute par Willstätter) ; la dernière, la *phyllorhodine*, donne une bande brun rouge à l'analyse chromatographique, mais n'existe qu'en très faible quantité.

Zopf-Cohn et Kartsen, étudiant *Trentepohlia Jolithis* (algue à odeur de violette), en retirent une huile brun rouge soluble dans l'éther et contenant une carotine.

J. Tischer, plus récemment, a identifié dans *Trentepohlia aurea* les carotènes α et β, une xanthophylle, une lutéine et une zéaxanthine.

On peut signaler également les recherches de Pringsheim et Mainx, sur *Polytoma uvella*; celles de F.-E. Meier, sur *Scenedesmus cœlastroides* des tourbières de Champex, algues dans lesquelles la carotine s'accumule en grande quantité.

Les travaux plus récents de Heilbron, Parry et Phipers portent principalement sur *Cladophora Sauteri*, *Nitella opaca*, *Œdogonium*. Ces auteurs ont commencé par enlever les terpènes et les stérols, très gênants pour l'analyse capillaire; ils ont isolé et fait cristalliser non seulement le β carotène déjà signalé, mais deux pigments que l'on retrouve dans les plantes supérieures (*Leontodon autumnalis*), la *taraxanthine* obtenue en aiguilles rouge orange, fondant à 178°, et la *lutéine*. Ces deux pigments seraient, dans *Cladophora Sauteri*, dans le rapport de 7 à 3; *Nitella opaca* n'aurait que très peu de taraxanthine, et l'*Œdogonium* étudié contiendrait, en outre, une trace de xanthophylle et de carotène α.

Source : MNHN, Paris

Ces auteurs pensent que la xanthophylle indiquée par KYLIN dans les Enteromorphes serait la lutéine, que la phyllorhodine peut être assimilée à la taraxanthine, et que la phylloxanthine n'existe sans doute pas.

Hœmatococcus pluvialis a été l'objet de plusieurs études. WISSELING et MOLISH y signalent une carotine rouge. J. TISCHER applique à cette algue le traitement qu'il a expérimenté sur les Euglènes. Un extrait est effectué par la benzine à 70°, la chlorophylle est saponifiée et la solution est versée sur l'oxyde d'aluminium. La reprise par des mélanges divers de benzine et de méthanol permet d'extraire le β carotène, des traces de carotène α, la lutéine, la zéaxanthine, un nouveau carotène, l'*Hématoxanthine*, de la xanthophylle. La couche alcoolique saponifiée et reprise par le chloroforme contient un caroténoïde estérifié, désigné sous le nom d'*Euglenarhodon* (trouvé en 1936 dans les Euglènes). Ce corps, de formule $C^{40}H^{56}O^{4}$, a été obtenu cristallisé dans la pyridine sous forme de cristaux bleu noir fondant à 227°. Il a un maximum d'absorption à $\lambda = 505$. L'auteur signale plus récemment, dans les cires pigmentées des Hœmatococcus, la présence de dipalmitate d'Euglenarhodon.

b) *Xanthophycées* (Hétérokontées)

Ce groupe d'algues contient dans ses plastes jaunes dorés, dans le stigma, non seulement de fortes proportions de xanthophylle et de carotine, mais une petite quantité de fucoxanthine. Ces pigments masquent complètement la chlorophylle de ces algues (chlorophylle γ).

c) *Flagellées*

Le groupe des Chrysophycées est caractérisé par la présence de granules carotinifères groupés dans le stigma et par l'abondance de la xanthophylle dans les chromatophores.

KEUKENBERG a signalé dans *Euglena sanguinea* un pigment rouge, la *rhodophane*, pigment que COHN a séparé par l'acétate d'éthyle d'un extrait alcoolique saponifié. La solubilité dans le sulfure de carbone, la cristallisation a permis de rapprocher ce pigment de celui d'*Hœmatococcus pluvialis*.

TISCHER a extrait, de *Euglena heliorubescens*, du β carotène, de la zéaxanthine, de la lutéine, mais surtout un caroténoïde estérifié, l'*Euglenarhodon*. Ce pigment a été ultérieurement retrouvé par cet auteur dans *Hœmatococcus pluvialis* (Chlorophycées).

Source : MNHN, Paris

Les Péridiniens étudiés par SCHÜTT et par KYLIN (Gymnodium) contiennent un pigment proche de la fucoxanthine : la *Péridine*, et un corps brun, la *Phycopyrine*, reconnu comme un produit de décomposition.

d) *Diatomées*

On a longtemps admis dans ces algues l'existence d'un pigment particulier, la *Diatomine*. Il semble que l'on soit plutôt en présence d'un mélange de fucoxanthine et de deux xanthophylles : l'une donnant une réaction verte avec HCl 20 %, l'autre ne fournissant aucune coloration (KÜTZING-KYLIN).

e) *Phéophycées*

Ces algues se distinguent par l'abondance des caroténoïdes, qui atteignent une proportion égale à celle de la chlorophylle, tandis que dans les plantes supérieures le rapport du pigment vert aux pigments jaunes est en moyenne de 4 à 1 (KYLIN).

Les recherches sur les caroténoïdes des algues brunes ont été nombreuses. Le plus ancien travail est de COHN (1865), qui isole la *Phéophylle*.

Dès 1869, MILLARDET indique la présence de la *Phycoxanthine* à côté d'un pigment brun soluble dans l'eau, la *Phycophéine*.

SORBY (1873) sépare la xanthophylle de la fucoxanthine, expériences confirmées par REINKE (1876).

Puis, une série de recherches porte sur la nature particulière de la Phycophéine : HANSEN (1885) en effectue la séparation et MOLISCH (1894) montre nettement que ce pigment brun, soluble dans l'eau, n'existe pas dans les algues vivantes, qu'il constitue un produit d'oxydation d'un complexe phénolique ou tannique connu sous le nom de fucosane.

Les recherches de TSWETT (1905) sur *Nereocystis pyrifera* tentent de prouver, en plus de la fucoxanthine, la présence d'une carotine et d'une fucoxanthophylle donnant, avec HCl dilué, une coloration verte; la fucoxanthine pure, dans ces conditions, en donne une bleu intense.

KYLIN (1911) identifie la fucoxanthophylle à la xanthophylle des plantes supérieures.

WILLSTÄTTER et PAGE (1914), étudiant *Fucus vesiculosus* et *Dyctyota*, complètent et précisent les travaux précédents : ils isolent la fucoxanthine en indiquant cependant qu'il est impossible d'extraire

Source : MNHN Paris

ce pigment à partir d'algues étudiées plusieurs heures après la récolte.

Récemment, M. HEILBRON et F. PHIPERS (1935) ont repris ces études sur *Fucus vesiculosus* frais et sec.

Les algues fraîches, débarrassées du fucostérol et des terpènes, puis traitées par l'acétone 40 % selon le procédé WILLSTÄTTER et PAGE pour éliminer les corps mucilagineux, donnent à l'analyse chromatographique sur alumine activée, du β carotène, de la fucoxanthophylle. Le matériel sec traité suivant la même méthode ne donne pas de fucoxanthine, mais un pigment que les auteurs ont obtenu cristallisé en aiguilles rouges fondant à 211°; ce pigment, dont les bandes d'absorption sont à $\lambda = 518 - 483 - 451$ m/μ., a été identifié à la zéaxanthine des grains jaunes de maïs.

Etude de la fucoxanthine :

Propriétés. — Ce pigment a été obtenu, dans l'alcool méthylique, cristallisé en prismes brillants à reflets bleuâtres; en solution dans l'alcool éthylique et l'acétone, à l'abri de CO^2, il apparaît sous forme de tablettes hexagonales rouge foncé. A 105°, après perte de deux molécules d'eau, les cristaux passent à la forme prismatique, aiguilles fondant entre + 166° et 168° (HEILBRON et PHIPERS 1935).

Ce corps est peu soluble dans l'éther, plus soluble dans le sulfure de carbone, il fond rapidement dans l'alcool méthylique, propriété qui le rapproche plus de la xanthophylle que de la carotine : à concentration égale, ses solutions ont une couleur orangée plus intense que celles de la carotine et de la xanthophylle.

Les recherches de KARRER avaient fixé pour ce corps un pouvoir rotatoire dextrogyre de + 73°, lecture faite pour la raie rouge du cadmium, le corps étant en solution dans le chloroforme; les travaux plus récents de HEILBRON et PHIPERS, effectués sur une fucoxanthine à point de fusion élevé et en solution dans la benzine, montrent un corps optiquement inactif (résultats confirmés par KUHN et GRUNDMANN).

Le spectre d'une solution alcoolique de ce pigment présente trois bandes d'absorption : Bande I 486-469, Bande II 455-440, Bande III 440-430.

Les réactions qui permettent de déceler ce pigment sont celles utilisées pour les autres caroténoïdes.

Une solution de fucoxanthine dans l'éther, traitée par HCl 30 %, se décolore immédiatement : la couche acide devient d'un beau bleu violet, réaction montrant les propriétés basiques du pigment. Le chlorhydrate de fucoxanthine donne un colorant stable, le chlorure se solubilise dans le benzène et le chloroforme en une solution bleu

Source MNHN Paris

indigo. Ces propriétés basiques ont été discutées par KYLIN, qui estime que le pigment ne devient basique qu'après modification par l'acide. La fucoxanthine se combine également avec les lessives alcooliques de potasse.

Préparation. — Les algues sont traitées par l'acétone 40 %, essorées, pressées pour en enlever les substances mucilagineuses. Reprises par l'acétone 85 %, elles donnent un premier extrait jaune brun presque sans chlorophylle, les autres extraits contenant des mélanges de pigments sont additionnés de talc et d'eau : la chlorophylle précipite, la fucoxanthine reste en solution. On sépare les différents pigments de cette solution par l'alcool méthylique aqueux et l'éther de pétrole.

La fucoxanthine, très soluble dans l'alcool méthylique 30 %, peut être recueillie.

D'autres procédés, d'ailleurs basés sur le même principe, ont été utilisés par différents auteurs (HEILBRON et PHIPERS). KYLIN a séparé par analyse capillaire deux modifications de fucoxanthine : l'une donnant, avec HCl étendu, une coloration bleu vert : fucoxanthine α aux propriétés fortement basiques, l'autre qui colore l'acide en violet : fucoxanthine β, qui ne devient basique qu'après modification par les acides.

Composition. — WILLSTÄTTER et PAGE pensent que ce pigment doit contenir des anneaux de Pyrone, qui peuvent fournir des sels d'oxonium d'un beau bleu. Ils indiquent comme formule de ce corps : $C^{40}H^{56}O^{6}$. Les analyses de ZEREWITINOW indiquent six atomes d'oxygène dont quatre d'entre eux forment un groupe hydroxyle : la présence d'oxygènes inertes a fait penser que la fucoxanthine se rapprocherait de la dihydroxycétone étudiée par ZEICHMEISTER et CHOLNOKY (1935) sous le nom de *capsorubine*, pigment que LEDERER a extrait de l'ascidie *Botryllus Schlossein* Pallas. Une semblable constitution nécessiterait la formule $C^{40}H^{60}O^{6}$ au lieu de $C^{40}H^{56}O^{6}$.

f) *Rhodophycées*

La recherche des caroténoïdes s'est effectuée sur des algues très diverses : *Odonthalia dentata, Furcellaria fastigiata, Polyides rotundus, Polysiphonia violacea.* KYLIN indique, par analyse capillaire, la présence d'une xanthophylle homogène ne donnant aucune réaction colorée avec HCl, d'une carotine et de la phyllorhodine.

Quelques rectifications ont été apportées par HEILBRON, PARRY et PHIPERS. Ces auteurs ont extrait le carotène β, mais ont identifié la xanthophylle à la lutéine, et la phyllorhodine à la taraxanthine.

Source MNHN Paris

g) *Cyanophycées*

La présence de caroténoïdes spécifiques a été montrée par KYLIN (1927). Les extraits alcooliques de *Calothrix scopulorum* ont été traités par la soude pour saponifier la chlorophylle, et repris par l'éther. Le chromatogramme, formé de plusieurs couches allant du rouge orangé au rouge brique, a permis d'isoler la *calorhodine* et la *myxorhodine* α *et* β.

HEILBRON-LYTHGŒ et PHIPERS ont étudié de nombreuses Cyanophycées et observé la présence d'un pigment qu'ils considèrent comme caractéristique de ces algues : la *myxoxanthine.*

Ce corps, obtenu à partir de *Rivularia nitida*, cristallise dans l'alcool méthylique, en aiguilles colorées couleur cuivre; il fond à 117°-118° et ne montre qu'une bande d'absorption; en solution dans le sulfure de carbone, le maximum est à $\lambda = 488\text{-}490$ mμ; dans le chloroforme, le maximum est à $\lambda = 473$.

La myxoxanthine ressemble à l'astacine de l'écrevisse (KUHN et LEDERER). Elle se rapproche de l'Euglenarhodon, mais n'en possède pas les propriétés acides, elle ne forme pas de sel de sodium. *Rivularia nitida* ne contient pas de xanthophylle. Ces auteurs ont étendu leurs recherches à *Oscillatoria rubrescens;* cette algue a fourni du β carotène, de la lutéine cristallisée et un nouveau pigment, la *myxoxanthophylle*, corps fortement lévogyre, dont le pouvoir rotatoire dans l'alcool est $[\alpha]_{Cd} = -255°$, qui fond à 169°-170° et présente trois bandes d'absorption en solution dans le chloroforme :

$$\lambda = 5180 - 4845 - 4500 \text{ A}.$$

Sa formule serait :

$$C^{40} H^{56} O^{2} (\pm 2 H)$$

Enfin, *Oscillatoria rubrescens* contient de la *myxoxanthine.* Ce pigment purifié a pour formule $C^{40}H^{54}O$; il contient un anneau de β ionone (KUHN et BROCKMANN) et donne, par réduction, un alcool, le myxoxanthol, identique spectroscopiquement au γ carotène et à la rubixanthine.

Une étude de TISCHER, à partir d'*Aphanizomenon flos aquæ*, isole plusieurs nouveaux caroténoïdes.

L'extrait par l'éther de pétrole fournit du β carotène et deux pigments très proches l'un de l'autre :

1° L'*Aphanine*, qui cristallise dans le benzol méthanol 1/10e en rosettes bleu noir à quatre branches lancéolées, fondant vers 176°;

2° L'*Aphanicine*, qui cristallise plus difficilement en cristaux prismatiques violet rouge, fondant à 190°.

Source : MNHN, Paris

Ces deux pigments ont deux bandes d'absorption dont les maxima sont à $\lambda = 505$ et 474; ils se rapprochent des rubixanthines; on les réunit au groupe des γ carotènes; leur formule est $C^{40}H^{54}O$.

Cet auteur a également isolé un résidu caroténoïde, qui cristallise dans le benzol méthanol, la *Flavicine*, de couleur jaune orangé clair, fondant à 155° et ayant deux bandes d'absorption situées à $\lambda = 458$ — 428 lorsque le pigment est dissous dans la benzine, et à $\lambda = 490$ — 457 lorsque l'on a une solution dans le sulfure de carbone.

Aphanizomenon flos aquæ ne semble contenir ni lutéine ni zéaxanthine, mais les couches inférieures de l'extrait fournissent une petite quantité d'une carotine qui cristallise en prismes fondant à 172°. Ce caroténoïde, l'*Aphanizophylle*, a, en solution dans le chloroforme, trois bandes d'absorption à $\lambda = 523$ — 487,5 et 457.

MNHN, Paris

III. — *CHROMOPROTÉIDES*

Ces pigments très particuliers caractérisent deux grands groupes d'algues : les Rhodophycées et les Cyanophycées.

Parmi les divers auteurs qui ont étudié ces pigments, HANSEN (1893) en a déterminé la nature protéique, résultats confirmés par MOLISCH. BORESCH et KYLIN ont prouvé la parenté des deux pigments : phycoérythrine et phycocyanine. La nature chimique et les propriétés de ces pigments ont été précisées par KITASATO et LEMBERG; le poids moléculaire a été déterminé par SVEDBERG et KATSURAI, la fluorescence et les spectres de fluorescence par DHÉRÉ et FONTAINE.

Ces deux phycochromoprotéides sont le plus souvent associés dans les algues rouges et bleues : leur composition chimique est très voisine.

1° *Propriétés communes aux deux pigments*

La phycoérythrine et la phycocyanine sont de nature protéique. Insolubles dans l'alcool, ces deux pigments ne se dissolvent que dans l'eau contenant une petite quantité d'alcali ou de sel neutre (1). Ils sont précipités par le sulfate d'ammoniaque à demi-concentration et le sulfate de magnésium à saturation.

Ces propriétés rapprochent les deux corps des globulines.

α) *Action des diastases.* — La pepsine chlorhydrique, la trypsine effectuent la séparation du pigment en un mélange de peptones, de fragments colorés d'albumine. Il semble que le pigment soit plus fortement lié à l'albumine que ne l'est l'hémoglobine (KYLIN).

β) *Action des acides.* — Un court traitement par l'acide chlorhydrique concentré et chaud, fait à l'abri de l'oxygène, sépare le corps coloré.

Le pigment est débarrassé des lipoïdes par traitement à l'éther; on fait alors agir HCl concentré à la température de 80° pendant vingt minutes en atmosphère d'azote; on extrait le produit formé au

(1) Des expériences récentes ont montré que lorsque l'algue est tuée par le sulfure de carbone puis broyée, la diffusion s'effectue bien dans l'eau pure.

Source MNHN, Paris

chloroforme pur. La solution bleu foncé, lavée à l'acide chlorhydrique 5 %, est mise à sec sous vide.

LEMBERG a ainsi isolé le groupement prosthétique qu'il a appelé *phycobiline*. Les propriétés de ces pigments étudiées par ROCHE : solubilité, coagulation, sont bien celles d'une globuline.

Quand on traite une solution des deux pigments par 5 volumes d'acide chlorhydrique concentré, le mélange prend une fluorescence rouge brique : après deux ou trois jours à la température de 18°, la fluorescence devient verte; caractère des pigments du type biliaire : observations rapprochées de celles de DHÉRÉ sur la bilirubine et de celles de DHÉRÉ et BAUMELER sur la rufescéine de coquille d'*Haliotis rufescens*. Ces deux corps colorés ainsi obtenus : phycocyanobiline et phycoérythrobiline, seraient des composés tétrapyrroliques.

La phycobiline donne, dans les solvants organiques, des sels complexes avec le zinc, le cuivre, comme les dérivés du pyrrol. Elle s'oxyde facilement à l'air; elle est instable en solution alcaline.

Le pigment bleu, en particulier, se modifie par manque d'azote et de fer : observation faite par COHN sur des cultures de Phormidium.

La phycoérythrobiline obtenue assez difficilement s'oxyde très vite en milieu acide et donne la phycocyanobiline. LEMBERG utilise le chlorure de fer en milieu acide.

La phycocyanobiline obtenue plus facilement donne des cristaux tabulaires bleu foncé; sa formule semble contenir deux carboxyles et pourrait être $C^{34}H^{42}O^{11}N^{4}$. (Certains auteurs admettent la formule $C^{33}H^{40}O^{8}N^{4}$.) Elle a un spectre très voisin de la bilicyanine (bilirubine oxydée par $NO^{3}H$).

2° *Etude de la Phycoérythrine*

Obtention. — On utilise de préférence les formes à thalle mince: *Ceramium rubrum, Nitophyllum.* Les algues sont mises dans l'eau distillée; après deux jours, on ajoute une certaine quantité de toluène, l'adjonction de cet antiseptique au début de l'opération empêche la diffusion du pigment. Après quatre semaines, on presse, on filtre sur mousseline; une centrifugation sépare le résidu.

L'addition de sulfate d'ammonium jusqu'à la concentration de 40 % précipite le pigment, précipité qui est maintenu en surface par le toluène.

Séparation des deux pigments. — On opère par précipitations fractionnées, le sulfate d'ammonium à concentrations croissantes pré-

Source MNHN Paris

cipitant d'abord la phycoérythrine. On peut aussi dissoudre, dans l'eau pure, le précipité total obtenu par le sulfate d'ammonium : l'addition d'acétone détermine la coagulation des pigments, mais tandis que la phycoérythrine se redissout dans l'eau, la phycocyanine reste insoluble. L'emploi de l'analyse chromatographique par adsorption permet d'isoler le pigment rouge plus adsorbé que le bleu.

Propriétés. — Les solutions diluées de phycoérythrine sont rouge carmin, la teinte passe au rouge orangé en milieu concentré. Ces solutions ont une fluorescence jaune orange avec bande d'émission à $\lambda = 570$ et présentent trois bandes d'absorption.

L'une entre D et E de $\lambda = 569$ à 565; la 2e entre E et F de $\lambda = 541$ à 537; la 3e auprès de la raie D de $\lambda = 498$ à 492.

Ce pigment cristallise en prismes hexagonaux : les cristaux peuvent être observés à l'intérieur des cellules quand on plonge le tissu dans 5 % NaCl; ils ont été désignés sous le nom de *rhodospermine* par CRAMER.

Les acides font virer les solutions au rouge violet. Les alcalis donnent, suivant la concentration du pigment et celle de l'alcali et suivant la température, toute une gamme de couleurs allant du rouge brun au rouge violet, et du bleu au bleu vert. Le sulfate de cuivre, en milieu alcalin, donne une coloration violette rappelant celle du Biuret; le réactif de Millon fournit une coloration verte.

Ce pigment a, d'après les recherches de ROCHE, un optimum de précipitation à PH = 4; il reste en solution à PH = 3,5 et prend une coloration violette et une faible fluorescence à PH = 3. LEMBERG en a fait l'analyse et trouve qu'il contient 0,25 % de calcium. SVEDBERG, LEWIS et KATSURAI en déterminent le poids moléculaire voisin de 200.000.

3° *Phycoérythrine dans les Algues*

Ce pigment existe seul dans un certain nombre d'algues, mais il est très souvent mélangé à la phycocyanine.

a) *Rhodophycées.* — Ces algues doivent leurs brillants coloris, variant du rouge le plus vif au brun rouge et au brun violacé, au mélange des deux pigments rouges et bleus qu'elles renferment. La phycoérythrine, qui domine dans la plupart des cas, existe exclusivement dans un très grand nombre d'algues rouges, en particulier dans beaucoup de Floridées marines de profondeur, qui prennent alors une teinte d'un rouge éclatant. On trouve ce pigment seul également dans

Source : MNHN, Paris

quelques Protofloridées comme *Porphyridium cruentum*. Dans tous ces cas, la phycoérythrine présente trois bandes d'absorption. Quelques auteurs signalent que certaines Rhodophycées, telle *Sebdenia monardiana*, contiennent une modification du pigment n'ayant que deux bandes d'absorption, et que quelques algues dont la coloration rouge se nuance de brun, comme *Polysiphonia* et *Rhodomela*, auraient une phycoérythrine particulière à faible fluorescence.

b) *Cyanophycées.* — Certaines espèces de Cyanophycées sont de couleur sépia, brun rouge, ou rouge violacé; elles ne contiennent que de la phycoérythrine qui serait identique à celle des algues rouges.

BOCAT en signale dans *Oscillatoria cortiana*. Ce pigment est indiqué dans *Phormidium luridum* et dans ses deux variétés fusca et violacea, dans *Phormidium ectocarpi*, qui couvre de plaques rouges certaines laminaires.

Quelques Cyanophycées de profondeur ne possèdent également que ce pigment (*Phormidium persicinum*). Cependant, dans la plupart des Cyanophycées, le pigment rouge est associé à de la phycocyanine et l'algue prend alors une teinte vert olive foncé (*Phormidium favosum*, *Lyngbya aeruginea*, *Nostoc commune*). Dans ce cas, la variété de phycoérythrine serait, d'après BORESCH, différente de celle qui est contenue dans les Rhodophycées; extrait de *Phormidium luridum*, de *Nostoc commune*, ce pigment donne une solution allant du rose au rouge carmin, il possède une fluorescence jaune orangé et n'a qu'une bande d'absorption entre C et D dont l'axe est à $\lambda = 552$.

4° *Phycocyanine*

BORESCH et KYLIN ont extrait et étudié le pigment de *Phormidium corium*, d'*Oscillatoria formosa*, d'*Aphanizomenon flos aquæ*.

Précipitée et purifiée par les mêmes procédés que ceux qui ont été employés pour la phycoérythrine, la phycocyanine donne une solution bleu vert dont le spectre d'absorption a une bande qui se situe à $\lambda = 625$. La fluorescence est d'un beau rouge carmin foncé, avec bande d'émission à $\lambda = 655$.

Ce pigment, très fragile à la lumière, se conserve moins bien, même à l'obscurité, que la phycoérythrine. Un mélange des deux pigments devient rouge après quelque temps.

La phycocyanine cristallise en tablettes rhombiques; son poids moléculaire calculé par SVEDBERG serait voisin de 100.000

Source MNHN Paris

5° *Phycocyanine dans les algues*

Les études faites par KYLIN, MOLISCH, SVEDBERG et KATSURAI sur différentes algues rouges et bleues avaient amené ces auteurs à considérer l'existence de trois variétés de phycocyanine :

1° Une variété bleu vert ayant tous les caractères donnés dans l'étude générale (une seule bande d'absorption) ;

2° Une variété bleu indigo en solution concentrée et ayant deux bandes d'absorption à $\lambda = 615$ et $\lambda = 675$;

3° Une phycocyane bleu violet qui, en solution concentrée, prend une teinte violet rouge. Cette variété, très sensible à la lumière, a une fluorescence rouge carmin; son poids moléculaire est plus élevé que celui de la variété bleu vert et elle présente deux bandes d'absorption dont les axes sont à $\lambda = 618$ et $\lambda = 650$.

Il semble que sa constitution la rapproche de la phycoérythrine.

Cependant, BORESCH pense qu'il n'y aurait que deux variétés de phycocyanine : l'une, bleu vert, qui caractérise les Cyanophycées (C. Phycocyane) et confère aux espèces qui n'ont que ce pigment une coloration allant du bleu au vert-de-gris; l'autre, spéciale aux algues rouges, serait formée d'un mélange de phycocyane bleu vert et de phycocyane bleu violet (R. Phycocyane).

Dans un intéressant mémoire, BOUILLENNE, WALRAND et C. DELARGE ont signalé les différentes opinions émises au sujet des variétés de phycocyane et de phycoérythrine. Ils exposent les résultats d'expériences qui apportent, en ce qui concerne la phycocyanine, de très importantes précisions sur la question. Ils comparent la phycocyanine extraite par SVEDBERG et KATSURAI à partir d'*Aphanizomenon flos aquæ* avec celle qu'ils ont obtenue à partir de cultures pures de *Phormidium uncinatum*. Ces auteurs emploient une méthode nouvelle. Les algues, essorées à la trompe, sont séchées en atmosphère d'azote sous pression très réduite. Broyées avec du verre et soumises pendant 30 minutes à l'action de CS^2, ces algues tuées, placées dans 10 à 20 parties d'eau distillée, laissent diffuser immédiatement le pigment. Après une heure, on recueille un liquide bleu indigo à fluorescence rouge carmin.

La cristallisation est alors essayée à différents PH, et les auteurs ont obtenu les formes cristallines indiquées par SVEDBERG, KYLIN, LEMBERG... dans les Floridées et les Cyanophycées :

A PH < 4, ce sont les cristaux rhombiques de la phycocyane des Floridées (LEMBERG) ;

A PH $= 4,14$, ce sont les rhomboèdres hexagonaux de la phycocyane bleu vert des Cyanophycées (KYLIN) ;

Source : MNHN, Paris

A PH = 6,04, ce sont les prismes allongés obtenus par SVEDBERG et KATSURAI dans *Aphanizomenon flos aquæ*.

Il semble donc que l'aspect cristallin ne peut servir à distinguer plusieurs sortes de phycocyanine. D'autre part, suivant le mode d'extraction, suivant la pureté, les solutions prennent des aspects, des colorations différents.

Les auteurs de ce travail pensent, avec SVEDBERG et KATSURAI, qu'il ne doit exister que deux variétés de phycocyane :

— la R) phycocyane des Floridées;

— la C) phycocyane des Cyanophycées.

a) *Rhodophycées.* — Quelques rares Rhodophycées ne contiennent que de la phycocyanine : ces algues sont alors de couleur vert bleuté (*Batrachospermum vagum*, *Asterocytis ramosa*). La plupart des algues rouges ont un mélange de phycocyane et de phycoérythrine en proportions variables, qui expliquent les teintes très différentes que l'on observe.

Tout un groupe de formes marines littorales (*Chondrus crispus*, *Furcellaria fastigiata*, *Nemalion helminthoïdes*) ont des coloris allant du violet pourpre au brun rouge foncé.

D'autres, fréquentes dans les eaux douces, ont des teintes allant du gris rougeâtre au jaune vert, et même au bleu vert (*Batrachospermum Gallaci*, *B. caeruleum*, *B. monilliforme*).

Quelques-unes sont vert mousse (*Batrachospermum Dillenii*, *Lemanea fluviatilis*).

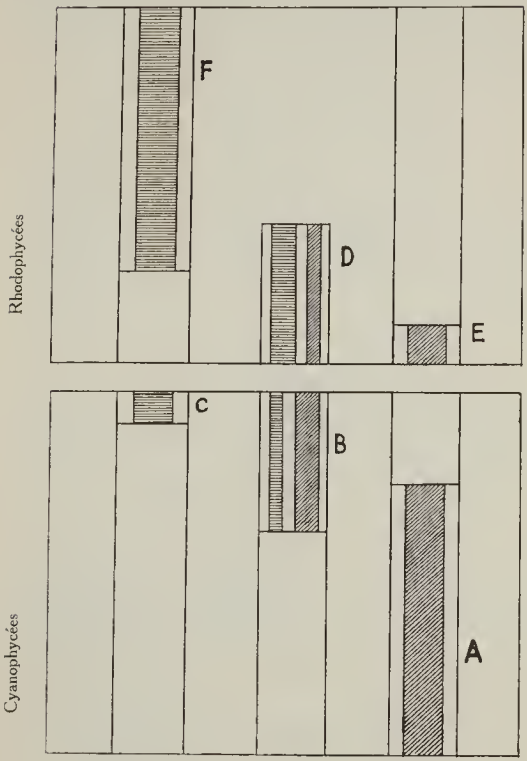
b) *Cyanophycées.* — A côté d'un certain nombre de ces algues, qui ne contiennent que de la phycocyane bleu vert (*Oscillatoria tenuis*, *O. formosa*, *Phormidium corium*, *Anaboena*), et dont les teintes sont bleues ou gris vert, il y en a beaucoup d'autres qui renferment un mélange de pigments bleus et rouges : leurs couleurs vont du vert bleu pour les plus riches en phycocyane au vert olive bronzé pour les plus pauvres.

TILDEN a essayé de donner une idée de la répartition et des proportions de ces deux pigments dans les deux grands groupes d'algues : Rhodophycées et Cyanophycées (Voir tableau).

Source MNHN Paris

Répartition et proportions de phycoérythrine de phycocyanine dans les Rhodophycées et les Cyanophycées

(D'après TILDEN.)



A : Phycocyane seule.
B : Phycocyane + Phycoérythrine.
C : Phycoérythrine seule.
} Dans les Cyanophycées.

D : Phycoérythrine + Phycocyane.
E : Phycocyanine seule.
F : Phycoérythrine seule.
} Dans les Rhodophycées.

Source MNHN, Paris

IV. — *AUTRES PIGMENTS DES ALGUES*

1° Cytochrome

a) *Propriétés.* — Des recherches récentes ont montré la présence dans presque tous les tissus animaux et végétaux de substances pigmentaires complexes désignées sous le nom de Cytochrome. Ces pigments n'existent qu'en très faible quantité et ne déterminent pas de coloration appréciable.

Les recherches précises dues à R. Hill, H.-F. Holden et Keilin à partir de divers tissus animaux et végétaux ont nettement montré que, chez presque tous les êtres vivants aérobies, ce pigment existe à côté d'une hématine cellulaire et qu'il est formé de produits de réduction de cette hématine.

En présence de pyridine, l'hématine réduite forme un complexe : l'hémochromogène pyridinique; les travaux de Eijiro Yakushiji à partir du soja ont confirmé la présence du cytochrome et de l'hématine dans les tissus; l'extrait par l'acide acétique glacial saturé de pyridine, additionné d'hydrosulfite de soude, montre un spectre très net d'hémochromogène pyridinique.

Keilin pense que le cytochrome est un mélange de trois hémochromogènes, ces corps étant, le plus souvent, formés par la combinaison de l'hématine réduite avec un corps azoté.

Ce pigment naturel appartient comme la chlorophylle et l'hémoglobine au groupe pyrrolique; il a un spectre caractéristique très net, surtout quand il est réduit.

L'extrait de *Soja hispida* fournit un spectre qui a quatre bandes :

I. à $\lambda = 640$ à $630\ m\mu$ (composant a_2).

II. à $\lambda = 605$ à 600 (composant a qui masque la raie jaune du composant a_1).

III. à $\lambda = 560$ } composants b et c.
IV. à $\lambda = 550$ }

Toutes les cellules contenant du cytochrome donnent la réduction péroxydasique; les composants a et c sont oxydés par l'indophénol-oxydase et réduits par les ferments réducteurs. Le cytochrome fait partie du système complexe des catalyseurs oxydants; certains

Source : MNHN, Paris

corps modifient d'ailleurs ces réactions : le cyanure de potassium, le cyanure d'éthyle retardent l'oxydation, les alcools, les aldéhydes, les basses températures retardent la réduction.

b) *Cytochrome des algues.* — Des recherches ont été effectuées par Von EIJIRO YAKUSHIJI sur de nombreuses algues vertes, brunes, rouges. Les thalles soumis les uns à un épuisement acétonique (A. vertes), les autres à un traitement à l'eau froide (A. brunes et rouges) laissèrent diffuser le cytochrome c. A partir de 5 kilogrammes de *Porphyra tenera*, l'auteur a préparé 1 gramme de cytochrome c; il en obtient 1 gr. 5 à partir de 200 gr. d'algues séchées au soleil.

En solution aqueuse, le cytochrome C est facilement oxydé à PH = 7,3 par l'indophénolase de lactaire, réaction arrêtée par KCN 1/2.000e.

Ces algues contiennent d'ailleurs constamment de l'indophénolase (WATANABE) et de l'hématine (TAMIYA).

2° FLAVINES OU LYOCHROMES

L'étude de ces pigments est relativement récente : les premières recherches ont été effectuées vers 1879, à partir du petit lait et du blanc d'œuf, mais ce sont les remarquables travaux de BANGA et SZENT GYORGYI, de WARBURG et CHRISTIAN en 1932, ceux de KUHN, JAUREGG, KARRER en 1933, qui ont apporté toute la précision désirable dans cette importante question.

Un très intéressant mémoire de M. FONTAINE a présenté récemment, en dehors des recherches personnelles de l'auteur, toutes les connaissances actuelles sur le sujet. Il ne sera donc donné dans ce travail que quelques indications indispensables sur les propriétés de ces corps.

a) *Propriétés.* — Les flavines naturelles semblent posséder tout un ensemble de propriétés communes : elles sont plus ou moins solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool, solubles dans les acides et les alcalis, insolubles dans l'éther et le chloroforme; on les extrait des tissus par l'eau, l'alcool méthylique aqueux.

La solution aqueuse a une fluorescence vert jaune; le spectre de fluorescence étudié par DHÉRÉ a une bande unique dont l'axe est $\lambda = 562$ pour la lactoflavine, $\lambda = 564$ pour l'ovoflavine (BIERRY et GOUZON). Le spectre d'absorption présente une bande sur $\lambda = 451$, et trois bandes à $\lambda = 372 - 265 - 225$.

Les différentes flavines cristallisent en aiguilles fondant, en se décomposant, entre 274° et 293°.

Source : MNHN, Paris

Ces corps sont adsorbés par la terre à foulon en milieu acide, par la franconite en milieu neutre, l'élution s'opérant par un mélange de pyridine, méthanol et eau (KARRER).

Sous l'influence de divers réducteurs, les flavines donnent suivant le PH, des corps diversement colorés :

à PH $<$ 1, on a des formes rouges,
à PH $>$ 2, les corps sont verts,

l'action prolongée donne des produits incolores : en particulier, l'hydrosulfite de sodium réduit la flavine et donne un leucodérivé qui n'a aucune fluorescence (celle-ci réapparaît au contact de l'air).

Les flavines résistent à la chaleur, aux acides, aux oxydants, mais sont très sensibles à la lumière.

En milieu alcalin, sous l'action de la lumière solaire ou de celle de l'arc à mercure, la molécule se scinde en sucre et en un photodérivé : la lumiflavine (WARBURG).

En milieu acide ou neutre, la flavine perd toute la molécule de pentose et donne un dérivé incolore à fluorescence bleue : le lumichrome de formule $C^{12}H^{10}O^{2}N^{4}$ (KARRER). Ces deux corps, lumiflavine et lumichrome, sont solubles dans le chloroforme : on peut ainsi les séparer facilement de la flavine libre.

On reconnaît la flavine, dans les tissus, par sa fluorescence ou par différentes réactions colorées.

La flavine est, le plus souvent, combinée à un support protéidique; elle n'est alors pas fluorescente. On traite les coupes par l'acide acétique ou par l'alcool méthylique 50 % à la température de 37°; la flavine est libérée et on peut en observer la fluorescence au microscope à fluorescence.

Le bleu de crésyl, le bleu de Nil donnent au liquide vacuolaire contenant des flavines une teinte verte (GUILLIERMOND) ; l'emploi du réactif iodo-ioduré donne une coloration verte qui vire au jaune.

b) *Constitution.* — Les flavines existent à l'état libre, ou estérifiées à l'acide phosphorique, ou liées à un support colloïdal protéidique; la forme la plus connue à cet état est le ferment jaune de WARBURG. Ces différentes formes peuvent coexister dans un même tissu.

Les flavines sont formées par un noyau tricyclique de benzisoalloxazine (un noyau benzénique et deux noyaux hétérocycliques).

Ce noyau est combiné à une chaîne latérale pentosique : les divers représentants du groupe des flavines prennent le nom de lactoflavine, d'ovoflavine, d'hépatoflavine.

La synthèse fut réalisée par KUHN en faisant agir les orthodiamines monosubstituées à l'azote sur l'alloxane en solution acide.

Source MNHN, Paris

c) *Flavines dans les algues.* — Les algues renferment de la lactoflavine ou phytoflavine, corps fortement lévogyre en milieu alcalinisé par la soude $\frac{N}{20}$. Ce pouvoir rotatoire diminue d'ailleurs avec l'alcalinité et devient dextrogyre sous l'influence du borax.

Les premières recherches sur les *Fucus*, sur *Ascophyllum nodosum*, sont dues à EULER et ADLER. Elles fixent une teneur en lactoflavine variant de 0,1 à 0,2 γ par gramme de substance fraîche.

Les travaux de HEILBRON, PARRY et PHIPERS ont été effectués sur des algues variées, mais en particulier sur *Fucus vesiculosus* et *Cladophora Sauteri*. Ces auteurs ont extrait le pigment en le faisant passer à l'état de lumiflavine. Ils l'ont obtenu cristallisé, dans l'alcool méthylique.

Les recherches les plus récentes sont dues à ATSUSHI WATANABE : elles ont porté sur 57 espèces diverses, mais surtout sur les algues rouges non encore étudiées.

Les algues rouges hachées sont épuisées par l'alcool méthylique aqueux : l'alcool distillé, les substances colorantes étrangères enlevées par l'éther de pétrole, la solution aqueuse est additionnée de 3 % HCl et versée sur la terre à foulon qui retient les flavines.

L'élution étant opérée par un mélange de pyridine, d'alcool méthylique et d'eau, la solution concentrée et alcalinisée par la soude est soumise à l'irradiation d'une lampe de 500 watts. La lumiflavine formée est extraite par le chloroforme.

De la quantité de lumiflavine formée, on déduit celle de lactoflavine; les dosages ont donné en moyenne une proportion de $0{,}24 \times 10^{-6}$ de flavine par gramme de substance sèche dans les algues rouges. Quelques espèces sont particulièrement riches : *Iridoea pulchra* en contient $1{,}1 \times 10^{-6}$. *Heterochordaria* en a $0{,}65 \times 10^{-6}$; par contre, certaines algues sont très pauvres : *Gracilaria gigas* $0{,}08 \times 10^{-6}$ et *Rhodomela subfusca* $0{,}01 \times 10^{-6}$.

Les algues brunes et les algues vertes n'en ont guère que $0{,}14 \times 10^{-6}$: cette teneur varie largement avec la saison.

La flavine est en grande partie combinée à une substance protéique, la proportion en varierait de 57 à 96 %.

La dessiccation n'entraîne pas l'altération appréciable de la flavine.

3° ANTHOCYANES

a) *Propriétés.* — Ces corps colorés ont été l'objet de nombreuses recherches à partir des plantes supérieures. WILLSTÄTTER en

Source MNHN Paris

a déterminé la composition chimique et de nombreux auteurs en ont cherché le mode de formation.

Ces pigments, dissous dans le suc cellulaire, sont solubles dans l'eau, l'alcool, insolubles dans l'éther et le chloroforme; ils donnent des précipités colorés avec le sous-acétate de plomb. Dans les plantes, ils peuvent exister à l'état libre, mais le plus souvent ils sont combinés à des sucres, constituant ainsi des hétérosides : les *Anthocyanosides*. Les anthocyanes prennent une coloration rouge en milieu acide, violette en milieu neutre, verte en présence des alcalis.

b) *Constitution.* — Les anthocyanosides sont des hétérosides phénoliques provenant de la combinaison de deux noyaux benzéniques portant un nombre variable d'oxhydryles phénoliques, avec un noyau hétérocyclique : la pyrone $C^5H\ O^2$. Ces corps se forment à partir des oxyflavonols. Certains auteurs pensent qu'une oxydation en détermine la formation, mais des recherches plus récentes (R. Combes, Willstätter) montrent qu'il y a vraisemblablement réduction. On admet que l'oxydation de certaines substances crée un milieu réducteur favorable à la formation des pigments anthocyaniques.

c) *Les Anthocyanes des algues.* — Si les études effectuées sur les plantes supérieures furent nombreuses, et ont montré la grande répartition de ces pigments, on ne peut signaler que quelques recherches isolées sur les algues.

Lagerheim, étudiant *Zygnema purpureum*, a indiqué un pigment rouge clair, dissous dans le suc cellulaire et qu'il a appelé phycoporphyrine.

Mainx l'a extrait de l'algue privée de chlorophylle et séchée à 30°. Ce pigment, soluble dans l'eau, insoluble dans les solvants organiques, n'est pas précipité par le sulfate d'ammoniaque. Il a une fluorescence gris jaunâtre, et sa solution traitée par les acides étendus prend une coloration bleue, tandis qu'elle devient jaune par les bases. Il semble bien que l'on soit en présence d'anthocyanes.

Hansen, analysant *Bryopsis disticha*, avait annoncé la présence de phycoérythrine, mais Kylin croit plutôt à des pigments anthocyaniques qui n'apparaissent qu'à l'époque de formation des spermatozoïdes.

4° Pigments indéterminés

a) *Dans la membrane.* — Certaines formes aériennes de Cyanophycées ont une coloration jaune brun.

Nœgeli a isolé, des *Gleocapsa*, un pigment rouge brun qui

Source MNHN Paris

devient rouge en milieu acide, jaune avec la potasse, et qu'il a désigné sous le nom de *Gléocapsine*.

Les Scytonemas et les Nostocs ont fourni de même des pigments brunâtres, qui verdissent en milieu acide, rougissent avec les alcalis et deviennent gris violet avec le chloroiodure de zinc iodé, et qui ont été appelés *Scytonémine*.

KYLIN a isolé, de *Calothrix scopulorum*, deux pigments :

— la *fuscorhodine*, de couleur rouge pourpre, soluble dans l'alcool, l'éther, insoluble dans l'eau, l'éther de pétrole;

— la *fuscochlorine*, de couleur verte, soluble dans l'alcool, ne passant que difficilement dans l'éther.

Cet auteur pense que la scytonémine signalée par Nœgeli serait du groupe de ces deux pigments.

La nature chimique de ces corps est incertaine.

b) *Marennine*. — Ce pigment, extrait de la diatomée *Navicula ostrearia*, est de formation accidentelle. Il n'apparaît qu'en présence du mucus des huîtres, mucus qui contient de la glucosamine (SAUVAGEAU).

Ce corps coloré, étudié par BOCAT, a été extrait par l'eau additionnée d'éther sulfurique. Il ne cède rien, ni à la benzine, ni à l'éther de pétrole, ni à l'alcool amylique; sous l'influence des acides, il vire au bleu; un excès d'alcali détermine un précipité vert.

Le spectre de la solution aqueuse présente deux bandes d'absorption :

Bande I à $\lambda = 525$ dans l'extrême rouge;
Bande II à $\lambda = 455$ dans l'ultra-violet.

Il semble à l'auteur de ces recherches que la marennine soit une substance albuminoïde différente de la phycocyanine.

c) *Phycophéine*. — Les fucacées renferment un produit brun provenant de l'oxydation des grains de fucosane (HANSEN). Ce corps serait un complexe phénolique ou tannique, qui prendrait naissance dans les vacuoles par floculation des substances qui y sont contenues, et qui, oxydé, fournirait la phycophéine (KYLIN).

Source : MNHN, Paris

LOCALISATION DES PIGMENTS

1° DANS LES PLASTES

Les algues possèdent des plastes qui renferment, suivant les groupes considérés, un mélange de pigments : chlorophylle caroténoïdes, pigments protéiques.

L'origine et le développement de ces plastes ont été étudiés par M. MANGENOT. On trouvera un exposé de cette question dans le traité de Cytologie de MM. Guilliermond, Mangenot, Plantefol.

Ces chloroplastes sont en nombre restreint, parfois, même, il n'en existe qu'un seul par cellule, il prend alors le nom de chromatophore.

Dans quelques algues inférieures de chaque groupe, dans la plupart des Euglénidées, les plastes portent un corpuscule réfringent incolore, quelquefois cristallin, de nature protéique : le pyrénoïde.

La forme de ces chloroplastes est des plus variée; les chlorophycées, en particulier, en offrent des exemples compliqués : plaques, manchons étoilés (volvocacées), rubans, disques, fuseaux (siphonées), plastes sans pyrénoïdes dans les Codiums...

Les Xanthophycées, les Flagellées, les Diatomées ont des chromatophores dont la couleur varie du jaune doré au brun. Ce sont des disques avec pyrénoïdes dans les Xanthophycées, des formes étoilées dans les Péridiniens.

Les Phéophycées ont des plastes discoïdes fortement pigmentés et situés dans les couches superficielles du thalle. Les Rhodophycées inférieures, les Bangiales ont un rhodoplaste étoilé et de couleur rose dans chaque cellule : les algues rouges avec thalle massif ont de gros plastes groupés vers l'extérieur.

Dans un certain nombre de cas particuliers, les pigments caroténoïdiens peuvent se présenter dans les plastes sous forme de granulations. Le cas le plus curieux est celui d'*Acetabularia mediterranea* décrit par M. MANGENOT. Le protoplasme de cette algue est coloré en orangé sombre, chaque plaste présente un fond vert de chlorophylle sur lequel tranche un grain orangé de carotine; les plastes sont en même temps chloro et chromoplastes.

Ces granulations ont été signalées par E. KOL et C. CHODAT dans des algues se développant sur la neige du Parc national Suisse. Ce sont des algues du groupe des Hétérokontées : *Györffyana humi-*

Source MNHN Paris

cola, *Chromochloris cinnabarina* Kol et Chodat, *Chlorellopsis engadinensis* Kol-Chodat, et *Cyococcus helveticus* K.-C.

La carotine se localise parfois dans un organe spécial : le stigma, considéré comme un chromoplaste modifié. Cette tache oculaire est fréquente dans un certain nombre d'algues unicellulaires (Euglénidées, Volvocacées), dans les zoospores des Chlorophycées et des Phéophycées.

KOFOID et SWEZY ont signalé, dans l'ocelle de certaines Dinophycées, des amas de pigments rouges. Cet organe de structure, très spécialisée, est composé d'une lentille sphérique et d'une masse de pigment noir mélanosome, dont le centre est souvent occupé par le pigment rouge.

2° DANS LE PROTOPLASME

a) *Etat diffus.* — Une place à part est réservée aux Cyanophycées dont le protoplasme homogène ne contient pas de plastes; les pigments chlorophylle, caroténoïdes, phycocyanine sont à l'état diffus dans le cytoplasme.

b) *Dans les gouttelettes d'huile : lipochromes.* — Les caroténoïdes se présentent souvent à cet état. WISSELING et MOLISH ont étudié ceux de *Hoematococcus pluvialis*, et LWOFF a cherché à déterminer les circonstances qui favorisent, dans une culture de cette algue, l'apparition massive des caroténoïdes. On pensait que la pauvreté du milieu en azote et phosphore (PRINGSHEIM) était la cause déterminante; or, à l'obscurité, les cultures restent vertes très longtemps; à la lumière, elles rougissent faiblement après 20 jours; l'adjonction de 2/1.000^{es} d'acétate de soude détermine le rougissement massif. Pour cet auteur, il y aurait, dans ces cultures, une action spécifique de l'acétate de soude.

De *Trentepohlia Jolithis*, KARTSEN a extrait une huile brun rouge contenant un caroténoïde.

Il semble bien que ces lipochromes existent également dans les Flagellées (*Euglena sanguinea*).

3° DANS LES VACUOLES

Un grand nombre d'algues de toutes les classes contiennent des flavines (lactoflavine). Il est possible que les anthocyanes soient aussi répandues, mais les recherches, jusqu'à présent, n'ont porté que sur les Zygnemacées.

4° DANS LA MEMBRANE

Seules, les Cyanophycées ont été étudiées à ce sujet, on y signale de la fuscochlorine, fuscorhodine, et peut-être de la scytonémine.

Source : MNHN, Paris

ROLE BIOCHIMIQUE DES PIGMENTS

Les algues absorbent l'oxygène gazeux ou dissous et assimilent le carbone minéral grâce à la lumière. Elles possèdent tout ou partie des pigments chlorophylliens des plantes supérieures, et, en plus, des pigments particuliers qui déterminent leur coloration. La recherche des propriétés de ces pigments surnuméraires isolés de l'algue peut donner des indications quant à leur rôle, mais il est indispensable, d'une part, de considérer ces pigments tels qu'ils se présentent dans l'algue, c'est-à-dire intimement mélangés à d'autres substances pigmentaires dont ils peuvent modifier le rôle, et, d'autre part, de tenir compte des conditions de vie de la plante. Les algues ont des habitats très variés : les unes se développent à l'air ou en surface de l'eau, les autres poussent à des profondeurs pouvant dépasser 100 mètres; leur disposition apparente en zones diversement colorées a suggéré une relation possible entre la coloration du thalle et la profondeur où elles se développent.

I. CHLOROPHYLLE (algues vertes)

Le rôle de la chlorophylle est un sujet classique, mais il est intéressant de signaler que les algues vertes, qui ne contiennent que des pigments chlorophylliens (chlorophylle et caroténoïdes), ont constitué un matériel de choix pour cette étude, grâce à leur thalle mince et transparent.

C'est à partir des algues : Enteromorphe, Spirogyre, que Reinke, Timiriazeff et Engelmann ont établi les relations qui existent entre les radiations absorbées par le pigment et les régions du spectre les plus actives dans les phénomènes d'assimilation. Ce sont les algues vertes qui ont servi à Knipp et Minder à montrer la nécessité de mesurer l'énergie lumineuse incidente qui parvient à la plante.

Enfin, à partir d'*Ulva lactuca*, Wurmser a démontré qu'il n'existait aucun rapport simple, aucune proportionnalité entre l'énergie absorbée par la chlorophylle et la quantité d'oxygène dégagée au cours de la photosynthèse, expériences qui ont permis à cet auteur de confirmer le rôle du stroma protéique du chloroplaste et celui du pro-

Source : MNHN, Paris

toplasme dans ces réactions (opinions déjà émises par WILLSTÄTTER, STOLL, BONNIER, MOLLIARD), et d'appuyer cette hypothèse que la chlorophylle peut jouer, dans la photosynthèse, le rôle d'un sensibilisateur optique.

II. CAROTÉNOIDES (algues brunes, algues jaunes)

Les algues de tous les groupes renferment des caroténoïdes à côté de la chlorophylle. On émet, à propos du rôle de ces pigments dans les algues, les mêmes hypothèses que celles qui ont été discutées à propos des pigments des plantes supérieures.

Les algues brunes ont suscité des observations plus nombreuses du fait, d'une part, de l'existence d'un pigment brun particulier, la fucoxanthine, et, d'autre part, de conditions spéciales de développement à différentes profondeurs de l'eau.

WILLSTÄTTER et MIEG pensent que les caroténoïdes, grâce à leur grande affinité pour l'oxygène, jouent un rôle de régulateur dans la pression de ce gaz : hypothèse très discutée à propos des plantes supérieures.

MOORE, WITLEY, WEBSTER ont recherché l'intensité lumineuse optimum nécessaire à la photosynthèse dans les algues brunes; cet optimum serait moins élevé que pour les algues vertes, mais supérieur à celui qui est nécessaire aux algues rouges.

Des recherches dans le même sens ont été faites par SHELFORD et GAIL. Ces auteurs ont trouvé, en dosant l'oxygène dégagé (méthode de Winkler), que les algues brunes (*Fucus evanescens*) ont leur maximum de photosynthèse entre 1 et 8 mètres de profondeur suivant leur situation habituelle, maximum pouvant subir des variations avec les conditions extérieures : état de la mer, état du ciel.

ENGELMANN attribue aux caroténoïdes un rôle dans la photosynthèse : ces pigments déplaceraient le maximum d'assimilation vers les radiations jaunes.

LUBIMENKO pense également à la substitution possible de la fucoxanthine à la chlorophylle.

WURMSER leur confère plutôt un rôle protecteur, rôle commun d'ailleurs à tous les lipochromes. Ces pigments ralentiraient la vitesse de destruction de la chlorophylle en absorbant les radiations bleues et violettes dont l'action est très intense sur le pigment vert. WENT avait indiqué ce rôle protecteur en faveur des diastases de la cellule.

MONTFORT CAMILL pense, à la suite de travaux très récents, que la fucoxanthine aurait une fonction définie « en accroissant la

Source MNHN Paris

photosynthèse effective en lumière bleue », les pigments : carotine et xanthophylle, n'ayant aucune part dans l'accroissement de la valeur de la photosynthèse.

A ces hypothèses, on peut ajouter les observations de CHADEFAUD, qui a constaté, dans les algues vertes, un balancement entre la teneur en caroténoïdes et en amidon, et celles de STEENBOCK, HELLSTROM et SIVADJIAN sur l'activité vitaminique de ces caroténoïdes, activité d'autant plus intense que la coloration jaune est plus vive.

Quant au stigma et à son contenu caroténoïdien, on lui attribue une sensibilité particulière à la lumière, un rôle de lentille capable de concentrer les rayons lumineux (MAST), quelquefois aussi, un pouvoir absorbant pour les rayons bleus (WAGER), ou la possibilité de transformer l'énergie lumineuse en énergie motrice (MANGENOT).

III. CHROMOPROTÉIDES

La plupart des auteurs s'accordent à trouver aux pigments rouges et bleus un rôle dans la photosynthèse.

Les Cyanophycées ont été peu étudiées.

HARDER, à l'aide de cultures de *Phormidium faveolatum* placées en différentes radiations et soumises à une égale énergie lumineuse, trouve que ces algues assimilent mieux lorsqu'elles sont éclairées par leur couleur complémentaire que par n'importe quelle autre radiation, quelle que soit l'intensité lumineuse.

DANGEARD juge de l'activité des radiations par le maximum de croissance des algues. Il étudie le développement de *Phormidium tenue* et détermine un maximum de croissance dans la région rouge et à la limite de l'infra-rouge, radiations absorbées par le pigment bleu.

La phycoérythrine a suscité plus de recherches : les algues rouges, par suite de leur possibilité de pousser en eaux profondes, dans les endroits peu éclairés et où il ne pénètre que très peu de radiations de grandes longueurs d'ondes, présentent des questions du plus haut intérêt.

DANGEARD, poursuivant ses études de développement sur *Polysiphonia fastigiata* et *Porphyra lacinata*, admet que le pigment rouge joue le rôle d'un écran qui ne laisse passer que les ondes de $\lambda = 600$ à $\lambda = 730$ mμ.

ENGELMANN, utilisant sa méthode des bactéries, étudie les maxima de dégagement d'oxygène (*Calithamnion*, *Ceramium*). Le maximum, au lieu d'être situé, comme chez les algues vertes, entre les raies

Source : MNHN, Paris

B et C, se trouve après la raie D, quelquefois au voisinage de F : $\lambda = 570$.

Cet auteur conclut au rôle du pigment rouge dans la photosynthèse. Cette opinion a été soutenue par BONNIER, qui a noté le déplacement de la bande B et C de la chlorophylle vers la région droite du spectre : la phycocyanine déplace vers la raie D, la phycoérythrine vers la raie D et F.

HANSON, dès 1909, suggère que la phycoérythrine peut, en absorbant l'énergie des radiations bleues et vertes, la transmettre à la chlorophylle, qui l'utilisera pour la photosynthèse.

Le rôle de la phycoérythrine comme sensibilisateur de la chlorophylle a été indiqué par BORESCH et KLUGH, mais quelle que soit l'intensité de lumière.

KYLIN et MOORE ont, en étudiant *Ceramium rubrum*, ajouté cette indication que le pigment n'agit comme sensibilisateur qu'à faible intensité de lumière; les algues rouges assimilent beaucoup mieux, deux fois plus vite, en lumière diffuse qu'en lumière brillante.

KYLIN insiste sur ce fait que les rhodophycées assimilent moins que les algues vertes en lumière intense, qu'elles sont des plantes d'ombre dans lesquelles le pigment n'est avantageux qu'en lumière faible. Cette opinion a été soutenue par MONTFORT CAMILL, qui pense que *Rhodymenia palmata* peut être considérée comme un équivalent écologique de *Trichomanes*.

Ces auteurs sont amenés à exprimer cette opinion que les algues vertes, brunes, rouges sont disposées sur la côte, de façon que chaque espèce ait l'intensité de lumière qui est l'optimum pour sa couleur particulière.

Il est intéressant de signaler les expériences effectuées pour fixer la profondeur où se fait le maximum de photosynthèse des algues rouges.

SHELFORD et GAIL (1922) indiquent, à la suite d'observations faites à la station biologique de Puget Sound, que les algues rouges se développent abondamment dans l'eau lorsque les radiations rouges sont réduites à 1 % de la valeur de la lumière incidente : on les trouve encore à un niveau où ces radiations n'atteignent plus que 0,0032 %. Le maximum de développement se produit lorsque les radiations bleues et violettes sont approximativement de 2,9 %.

GAIL, étudiant toute une série d'algues rouges vivant à différents niveaux : *Rhodymenia pertusa*, *Agardhiella tenera*, trouve que le maximum de photosynthèse se produit entre 8 et 20 mètres, suivant la profondeur où se développe habituellement l'algue : ce maximum

Source : MNHN, Paris

se situe entre 15 et 20 mètres pour les algues de grande profondeur.

TCHUDY, ayant repris les expériences précédentes en prolongeant leur durée, confirme ces résultats. Il étudie simultanément la respiration et la photosynthèse à divers niveaux (de 1 à 25 m.) et dans les mêmes conditions de température.

A 25 mètres, seules les algues rouges ont une photosynthèse mesurable, ce phénomène allant plus vite que la respiration; cet auteur pense que les algues rouges absorbent, comme les plantes d'ombre, les radiations de courtes longueurs d'ondes et que le pigment rouge pourrait n'avoir qu'un rôle d'écran.

Les travaux de WURMSER précisent ces diverses hypothèses. L'auteur compare l'assimilation de *Rhodymenia palmata* et d'*Ulva lactuca*, dans les mêmes conditions.

Des surfaces égales de ces deux algues sont placées dans l'eau de mer et soumises à différentes radiations (écrans colorés) : le dosage de l'alcalinité produite est effectué selon la méthode d'OSTERHOUT et HAAS.

Les expériences faites en lumière diffuse montrent que les algues rouges assimilent fortement dans la région verte du spectre.

En tenant compte de la répartition de l'énergie dans le spectre solaire et de l'activité de la photosynthèse dans les régions rouges, vertes, violettes, l'auteur constate une égalité ou une augmentation de l'activité relative des radiations vertes chez les plantes à phycoérythrine. Le maximum d'assimilation étant vers $\lambda = 570$, le maximum d'absorption du pigment rouge se situant de $\lambda = 492$ à $\lambda = 569$, il semble que « la phycoérythrine agisse comme un sensibilisateur susceptible de déplacer le maximum de sensibilité du système assimilateur vers la région du spectre qui est la plus intense dans le rayonnement solaire ».

L'auteur admet que la phycoérythrine a, dans la photosynthèse, le même rôle physiologique que le pourpre rétinien dans la vision, c'est-à-dire celui d'un sensibilisateur capable de permettre l'assimilation aux faibles éclairements. Le fait que la séparation de la chlorophylle et du pigment rouge est facile permet de croire que la liaison des deux pigments n'est pas intime : or, un sensibilisateur n'agit que lorsqu'il est fixé sur le corps qu'il sensibilise; on est amené à penser que le stroma est le siège de la transformation que la phycoérythrine accélère.

Adaptation chromatique. — La recherche du rôle des pigments contenus dans les algues ne peut se séparer d'une étude des conditions très particulières dans lesquelles vivent ces plantes. Sur les côtes où se développent les algues, celles-ci se rencontrent à des profondeurs

Source MNHN Paris

dépassant parfois 100 mètres, et sont très nombreuses entre la surface et 50 mètres : dans ces conditions, elles reçoivent une qualité très spéciale de lumière. En effet, la lumière blanche subit dans l'eau une absorption notable; les radiations rouges sont déjà faibles à 5 mètres de profondeur, elles sont presque nulles à 25 mètres, région où les radiations bleues et violettes sont encore très perceptibles, puisqu'elles peuvent atteindre 100 mètres.

Ces observations ont amené nombre d'auteurs à admettre, surtout en ce qui concerne les algues de grande profondeur, une adaptation chromatique complémentaire, sorte de relation entre la coloration des algues et les radiations qu'elles reçoivent habituellement.

ENGELMANN, le premier, émet l'opinion que les chromatoplastes des algues, qui vivent à la profondeur où dominent les rayons bleus, ont la couleur complémentaire de la lumière reçue.

GAIDUKOV (1922) cherche à démontrer cette adaptation par des expériences faites en laboratoire sur *Oscillaria sancta*. Cette algue de couleur violette est soumise pendant deux mois à des radiations de différentes couleurs. En lumière rouge, l'algue devient verte; en lumière jaune, la teinte est bleu vert, tandis qu'avec les radiations bleues, la coloration passe au jaune brun.

Les expériences sont reprises sur des cultures de *Phormidium tenue*, avec l'aide d'une lumière électrique intense. Les algues dont la coloration normale est vert bleu prennent, en quelques heures, une teinte jaune brun. *Porphyra laciniata* passe de la coloration rouge à une teinte verte lorsqu'on la soumet à des radiations jaune rouge; cette algue reste rouge en toute autre radiation. La conclusion tirée des expériences précédentes a été discutée par SCHINDLER, qui montre que les variations chromatiques des Oscillaires sont principalement sous la dépendance des conditions de nutrition. BORESCH et COHN obtiennent, à partir de cultures de *Phormidium corium*, des individus jaunes. Pour ces auteurs, la dégradation du pigment est due à la pauvreté du milieu en azote (l'apport d'azote détermine le verdissement) ; les faits précédemment indiqués rentrent dans le cadre de phénomènes généraux; il apparaît fréquemment un changement de couleur dans les plantes dont la nutrition azotée et carbonée est en déséquilibre.

La théorie d'ENGELMANN est admise par NADSON : cet auteur rappelle le cas de l'algue verte perforante *Ostreobium Quekettii*, qui devient rouge à environ 16 mètres de profondeur et reprend sa coloration verte lorsqu'on la ramène en surface. Le pigment rouge, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, semble bien être de la phycoérythrine. Des observations identiques sont faites sur *Hyella caespitosa* et *Plectonema* qui, violettes dans la profondeur de l'eau, sont vertes en aquarium.

Source : MNHN, Paris

Cependant, en un article paru en 1932, NADSON indique qu'un certain nombre de faits ne sont pas en faveur de la théorie de l'adaptation.

A une même profondeur, on rencontre des algues de couleur verte (Chlorophycées), des Rhodophycées nettement rouges, et des individus rouges et verts appartenant à la même espèce.

L'examen minutieux de la végétation d'une côte rocheuse, par exemple, montre qu'entre la surface et 50 mètres, on trouve toutes les espèces d'algues, toutes les couleurs : les Cyanophycées sont à tous les niveaux, les Chlorophycées voisinent à 100 mètres avec des Phéophycées (*Codium Bursa* vert et *Laminaria Rodriguezii* brune à 150 mètres de fond aux Iles Baléares).

Si une grande majorité d'algues rouges occupe les régions profondes, certains dragages cependant n'en révèlent pas trace : sur dix espèces ramenées de 91 mètres de fond par un dragage effectué par W.-R. TAYLOR en Floride, on trouve : 9 Chlorophycées vertes, une Phéophycée brune et aucune Rhodophycée. La localisation d'une espèce à une profondeur donnée n'est d'ailleurs pas absolue.

Quelques auteurs recherchent alors le rôle que peuvent jouer l'intensité de la lumière et la température : en effet, l'intensité lumineuse décroît très rapidement avec la profondeur, surtout si l'eau contient une forte proportion de plankton. En eau pure, on compte 25 % de la lumière réfléchie par la surface; la proportion atteint 70 % quand l'eau est agitée. A 10 mètres, l'intensité lumineuse n'est que le 1/10e de celle de la lumière incidente.

KYLIN (1937), à la suite d'expériences sur les Algues bleues, émet l'opinion que, s'il y a adaptation chromatique, ce ne peut être qu'en faible intensité : il constate que les Cyanophycées sont bleu vert en surface et rouges à environ 20 mètres. A cette profondeur, il en a recueilli 10 espèces rouges qui, à l'analyse, ne contenaient que de la phycoérythrine.

L'auteur essaie alors une culture de *Phormidium Ectocarpi* rouge et de *Spirulina rosea*, il n'obtient que des individus rouges; il en conclut que certaines espèces ne peuvent pas former de phycocyanine. Il a dressé deux listes de Cyanophycées, les unes qui ne peuvent former qu'un pigment, les autres qui sont capables d'en former deux.

Pour qu'une adaptation chromatique complémentaire soit possible, il faut que les deux pigments existent dans les Cyanophycées. Si ces algues ne peuvent former qu'une des substances colorées, il peut y avoir des changements de couleurs, mais ceux-ci ne peuvent conduire à une adaptation chromatique qu'avec certaines radiations. Une Cyanophycée qui ne produirait que de la phycocyanine ne peut montrer une adaptation chromatique en lumière verte.

Source : MNHN, Paris

L'auteur reprend des cultures de *Plectonema Battersii* et *norvegicum*, Cyanophycées qui ont les deux pigments. Les cultures jaune brun sont placées à différentes distances des fenêtres, donc en même qualité de lumière, mais soumises à des intensités différentes. De l'intensité la plus faible à la plus forte, les couleurs des cultures sont rouges, violettes et bleues; les radiations qui ont frappé ces cultures étant les mêmes, le changement de couleur ne peut provenir que de la différence d'intensité lumineuse.

BORESCH a également constaté que le changement de couleur de certaines Cyanophycées est indépendant des radiations, lorsque l'intensité lumineuse est très forte; il admet qu'en faible intensité le facteur prépondérant puisse être la couleur et non l'intensité de lumière.

WURMSER rappelle que, dès le début des recherches d'Engelmann, des divergences s'étaient produites : BERTHOLD (1882), OLTMANN (1905), SAUVAGEAU (1908) pensaient que les algues rouges sont plus spécialement adaptées à une faible intensité lumineuse. Les algues rouges vivent aussi bien à la surface qu'en profondeur, pourvu qu'elles ne soient pas exposées à la lumière directe; on les trouve dans les grottes peu éclairées, sous les rochers en surplomb. Toutes les observations concordent avec l'idée émise sur le rôle de la phycoérythrine en lumière diffuse, en rappelant cependant les observations de STAHL (1909), qui attribue à la lumière diffuse qui pénètre dans les endroits abrités une prédominance de radiations très réfrangibles, qui la rapprocherait de la lumière qui arrive dans les profondeurs de l'eau.

WURMSER ne conteste pas que bien des cas sont en faveur de l'adaptation chromatique, mais il en explique un qui a très souvent servi d'exemple (WURMSER et J. DUCLAUX, 1920.) Certaines algues rouges deviennent vertes en surface (*Chondrus crispus*, *Rhodymenia palmata*) : la comparaison de surfaces égales prises sur un échantillon rouge et sur un devenu vert de la même algue montre que les individus riches en phycoérythrine assimilent plus énergiquement que les individus verts et ont plus de chlorophylle.

La teneur en caroténoïdes restant la même, le rapport de la quantité de chlorophylle à celle des caroténoïdes est anormalement bas dans les individus qui sont devenus verts; ce sont alors des formes chimiquement et physiologiquement anormales, dont la chlorophylle s'oxyde d'ailleurs avec une très grande rapidité. Pour cet auteur, la phycoérythrine caractérise des formes dont les échanges normaux ont lieu à l'abri de la lumière intense.

La phycoérythrine est très sensible à la lumière, une exposition d'une heure au soleil décolore une solution de ce pigment, le phéno-

Source : MNHN, Paris

mène se produit *in vivo* : les travaux de HUBBENET et VOBHKOVA sur les algues des régions polaires en apportent la preuve. « Le verdissement des algues rouges, comme conséquence de perte de phycoérythrine, commence dans les mers polaires, vers la fin juin et dure jusqu'en octobre ; il est corrélatif de l'accroissement de l'intensité de lumière et de chaleur. Le rouge sombre et le rouge brun reviennent vers novembre. »

Ces auteurs concluent, de leurs recherches sur la photosynthèse, qu'en dépit de l'apparence normale de la plante, il semble que le verdissement puisse être regardé comme pathologique.

LUBIMENKO étudie, à différentes profondeurs, le dégagement d'oxygène produit par des algues recueillies aux endroits choisis pour les expériences, celles-ci étant effectuées à température constante.

Il en tire les conclusions suivantes :

1° Les pigments surnuméraires remplacent en partie la chlorophylle, remplacement plus accentué chez les algues rouges ; le pigment rouge augmente avec la profondeur d'habitat, enfin, les algues rouges utilisent mieux les radiations vertes et bleues, conclusions en faveur de la théorie d'Engelmann.

2° D'autre part, LUBIMENKO indique que les algues de toutes les couleurs assimilent normalement jusqu'à 50 mètres ; elles trouvent, jusque là, la température, l'intensité lumineuse, les radiations suffisantes, exception faite pour les espèces pauvres en pigments, qui ne dépassent pas la profondeur de 10 mètres.

A partir de 25 mètres, l'auteur note une augmentation de la quantité totale des pigments en exceptant quelques algues rouges (*Callithamnion corymbosum*, *Ceramium rubrum*), qui ont des quantités considérables de pigments, quoique vivant en surface, du fait de leur vie en milieu très riche en substances organiques.

Il semble donc qu'il n'y ait pas d'adaptation chromatique entre le niveau de l'eau et 50 mètres de profondeur, et que des raisons autres que la nature des radiations puissent intervenir dans l'accumulation du pigment.

LUBIMENKO émet cette hypothèse, qu'à grande profondeur, où seuls les rayons verts, bleus, violets sont à la disposition de la plante, la phycoérythrine seule ne peut servir. Ce pigment absorbe les rayons verts et bleus, mais laisse passer les radiations violettes ; la chlorophylle seule absorbe le bleu, le violet, mais laisse passer les rayons verts : la combinaison des deux pigments assure une absorption suffisante, tout en admettant que l'augmentation de la quantité d'un seul pigment puisse être suffisante pour assurer la photosynthèse ; ceci expliquerait le développement normal d'algues vertes à 50 mètres de profondeur.

Source MNHN Paris

Dans les régions très profondes, où seuls pénètrent les rayons bleus et violets, c'est la chlorophylle qui devient le pigment le plus avantageux; aux faibles profondeurs, où arrivent les radiations rouges, la phycoérythrine n'apporte aucune aide à la chlorophylle. Il semble à l'auteur que « sans nier l'importance des pigments surnuméraires même pour la photosynthèse, il est douteux que cette importance soit déterminée exclusivement par la marche de la photosynthèse ».

On peut considérer deux groupes d'algues : les espèces à faible énergie de photosynthèse, adaptées aux profondeurs, et celles qui assimilent fortement, adaptées à de faibles profondeurs, à un éclairage très intense.

« L'importance des pigments surnuméraires ne peut pas être attribuée exclusivement à une meilleure utilisation de lumière pour la photosynthèse. »

IV. AUTRES PIGMENTS

Le rôle des autres pigments : Cytochrome, Flavines, Anthocyanes, n'a pas été recherché spécialement dans les algues. On ne peut que rappeler brièvement les hypothèses émises à propos des études faites sur les plantes supérieures, et qui pourraient s'appliquer aux algues.

Le Cytochrome est considéré comme un pigment respiratoire de la cellule; il est en liaison avec les déshydrases, qui activent l'hydrogène des molécules organiques, et avec l'indophénoloxydase, qui active l'oxygène.

Les Flavines seraient des transporteurs d'hydrogène : ces pigments, liés à une protéine, sont susceptibles d'oxyder en présence d'une codiastase. Ces corps sont donc des agents d'oxydoréduction dans le métabolisme cellulaire.

Les recherches relatives aux Anthocyanes n'ont pas donné de résultats précis. Le fait que ces pigments absorbent une partie des radiations solaires fait penser « qu'ils modifient la quantité et les proportions relatives des différentes radiations qui arrivent à la cellule ».

Stahl émet l'hypothèse qu'elles accélèrent la transpiration en élevant la température de l'organe.

Lippmaa admet qu'elles créent des conditions favorables à la formation de la chlorophylle.

Quelques auteurs leur attribuent un rôle protecteur.

. . . . . .

La constitution chimique des différents pigments des algues est connue maintenant grâce à des travaux très précis, mais le rôle physiologique de ces corps colorés reste très incertain, et la voie demeure ouverte pour de nouvelles recherches.

Source MNHN Paris

BIBLIOGRAPHIE

BANGA et SZENT. — Györgyi Bioch. *Z.* T. 246, 1932.

BIERRY et GOUZON. — C. *R. Soc. Biol.* T. 119, 1935; T. 124, 1937.

BOCAT. — Sur le pigment de Oscillatoria cortiana, C. *R. Soc. Biol.*, 1908.

BOCAT. — Sur la Marennine de Navicula ostrearia, C. *R. Soc. Biol.*, T. LXII, 1907.

BOUILLENNE, WALRAUD et DELAGE. — Contribution à l'étude des pigments végétaux. Extraction et cristallisation de la Phycocyanine. *R. Gén. Bot.*, 1937.

BORESCH. — Die komplementaire chromatische adaptation. *Arch. f. Prhistenkunde*, 1921.

BORESCH. — Phykoerythrin in Cyanophyceen. *Ber.d.d.bot. ges.*, 1921.

BORESCH. — Die wasserlöslichen farbstoffe der Schizophyceen. *Biol. Zeitsch.*, T. 119, 1921.

BORESCH. — Uber die Pigmente der Algae Palmellococcus miniatus var. paphyrea. *Ber. d. d. bot. ges.*, T. 40, 1922.

CHADEFAUD. — Cytoplasme des Algues vertes et des Algues brunes. *Thèse*, Paris, 1935.

COHN. — Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Breslau, 1870.

COHN. — Beiträge zur Physiologie der Phycochromaceen und Florideen, 1867.

COMBES. — Rapports entre les composés hydrocarbonés et la formation de l'anthocyane. *Ann. Sc. Nat.*, Paris, 1909.

COMBES. — Recherches sur la formation des pigments anthocyaniques, C. *R. Ac. Sc.*, Paris, 1911.

COMBES. — Production expérimentale d'une anthocyane. C. *R. Ac. Sc.*, Paris, 1913.

COOK, CLARKE et LIGHT. — Biological essays for : flavin and dermatites factor. *Sciences*, 85, 1937.

CRAMER. — Das Rhodospermin ein Krystalladischer quellbarer Korper-un Zellinhalt-verschedener Florideen. *Nat. Ges.*, Zurich, 1862; *Jahrb. f. win. Bot.* Bd. XIII, Neft, 1, 1881.

CZAPEK. — Biochem. der Pflanzen, 1913.

DANCKWORTT. — Lumineszenz analyse in filtrierten ultra violetten licht. *Leipzig*, 1928.

DANGEARD, A. — Sur l'adaptation chromatique complémentaire chez les végétaux : C. *R. Ac. Sc.*, T. 151, Paris 1910; C. *R. Ac. Sc.*, T. 152, Paris, 1911; C. *R. Ac. Sc.*, T. 153, Paris, 1911.

DANILOV. — Das Phycocyan und Phycoerythrin auf grund der Ergebnisse der spektralanalyse. *Bull. Jard. Imp. Bot. Pierre le Grand*, 1916.

Source : MNHN, Paris

DANILOV. — Hydrochrome der Cyanophyceen und Florideen. *Ebenda*, 1922.

DHÉRÉ. — Fluorescence en biochimie. *Presses Universitaires*, 1937.

DHÉRÉ et BACHRACH. — Fluorescence de la phycoérythrine. *C. R. Ac. Sc.*, 1932.

DHÉRÉ et FONTAINE. — Sur la chlorofucine. *C. R. Soc. Biol.*, 1931.

DHÉRÉ et FONTAINE. — Recherches sur la fluorescence des algues et de leurs constituants pigmentaires. *Ann. Inst. Océan*, T. X, fasc. IX, 1931.

DHÉRÉ et FONTAINE. — Sur les spectres de fluorescence des phycochromoprotéides. *C.R. Ac. Sc.*, 1931.

DHÉRÉ et RAFFY. — Contribution à la spectrochimie des algues. *C. R. Soc. Biol.*, 1935.

DHÉRÉ et ROGOWSKI. — Comp. pigmentaire de l'hépatochlorophylle. *C. R. Ac. Sc.*, 1912.

EIJIRO VAKUSHYI. — Sur la présence du Cytochrome dans les plantes supérieures et dans les algues. *Acta phytochimica*, 1935.

ENGELMANN. — Couleur et Assimilation. *Arch. Néerl.*, T. 18, 1838.

EULER et ADLER. — *Z. Physiol. Chem.*, T. 223-228, 1934.

FELDMANN. — Les algues marines de la Côte des Albères. *Thèse*, Paris, 1937.

FLOYD et GAIL. — Photosynthesis in some of the red and brown algae as related to depth and light. *Un. Washington. Public. Puget Sound Biol. St.*, 1921.

FONTAINE. — Remarques sur la fluorescence des Chlorophycées marines. *R. Algol.*, 1934.

FONTAINE. — Revue des Travaux de l'Office des Pêches, 1937.

FONTAINE. — Les Flavines. *Rapport du Congrès biologique*, 1938.

FRITSCH. — Structure and reproduction of Algae. T. I, *Cambridge Univ.*, 1935.

FRITSCH. — Studies of Cyanophycaœ. *Beh. Bot. Centralbl.* I Abt., 18, 1905.

GAETANO. — Ricerche sui pigmenti telli Floridee. *Publ. Staz. Zool. di Napoli*, T. 7, 1926.

GAIDUKOV. — Uber das Chrysochrom. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.*, 18, 1900.

GAIDUKOV. — Uber den Einflu B. farbigen Lichtes auf die Farbung der Oscillarien. *Scripta. bot. hort. Petrop.*, 1903-1906.

GEITLER. — Uber einige wenig bekanute süb wasserorganismen mit roten oder blangrünen Chromatophoren. *Rev. Algol.*, 1924.

GEITLER. — Studen über das Hämatochrom und die Chromatophoren von Trentepohlia. *Osten. bot. Ztschr.*, 1923.

GEITLER. — Cyanophyceæ. *Wien*, 1930.

GOUREVITCH. — Determination of flavin. *Bull. Soc. Chim. biol.*, T. 20, 1938.

GOUZON. — Etude de quelques Porphyrines naturelles. *Thèse*, Paris, 1934.

Source MNHN Paris

GUILLIERMOND. — Sur le mode de formation des pigments anthocyaniques dans la fleur d'Iris. *C. R. Ac. Sc.*, 109, 1932.

GUILLIERMOND. — Flavines dans les champignons. *Sciences, Revue A.F.A.S.*, n° 27, 1938.

GUILLIERMOND, MANGENOT, PLANTEFOL. — Traité de Cytologie.

GYORGY. — Lactoflavine et Vitamine B_2. *The Chem. Journ.*, 1935.

HANSEN. — Uber Stoffbildung bei Meeresalgen. *Mitt. Zool. Stat. Neapel*, 11, 1893.

HANSON. — Observations on phycoerythrine. The red pigment of the deep water algae. *New Phytolog.*, vol. 8, London, 1909.

HARDER. — Lichtintensitat und chromatisch adaptation bei den cyanophyceen. *Ber. d. d. bot. ges.*, 40, 1922.

HAROLD, SCHOMER et CHACEY JUDAY. — Photosynthesis of Algae at different depths in some lakes of Northeastern Wisconsin. *Trans-Wisconsin Acad. Sc.*, 1935.

HEILBRON et LYTHGOE. — The carotenoid pigments of Oscillatoria rubrescens. *Journ. of Chem. Soc.*, 1936.

HEILBRON et PHIPERS. — The lipochromes of Fucus vesiculosus. *Bioch. Journ.*, 1935.

HEILBRON, LYTHGOE, PHIPERS. — A new type of plant lipochrome. *Nature*, n° 136, 1935.

HEILBRON, PARRY, PHIPERS. — The relation ship between certains algal constituents. *Bioch. Journ.*, T. 29, 1935.

HEIBRON, PARRY, PHIPERS. — The isolation of lactoflavin in the Algae. *Chem. Journ.*, 1935.

HOWARD. — Extraction et séparation des pigments de Nereocystis luetkeana. *Un. Washington. Public. Puget Sound Biolog. Stat.*, 1921-1925.

HUBBENET. — Quantitative analysis of pigments of marine algae. *Bull. Institut Lesshaft*, 1927.

HUBBENET et VOBHKOVA. — Photosynthesis of red algae wich have lost their phycoerythrine. *Bull. Inst. Sc. Lesshaft.*, 1918.

INGO BRITTA ERIKSSON and QUENSEL. — The molecular weights of phycoerythrin and phycocyanine. *Bioch. Journ.*, T. 32, 1938.

IWANOWSKI. — *Ber. d. d. bot. Gesell*, 1913.

JORGEUSEN and STILES. — Carbon assimilation. A review of recent work on the pigments of the green leaf. *New. Phytologiste.*

KARRER. — Uber Carotinoidfarbstoffe. *Ztschr. f. angew*, 1929.

KEILIN. — *Proceed. Roy. Soc. S. B.*, vol. 98, 1925; vol. 104, 1929.

KEILIN. — *Soc. Biol.*, Paris, 1927.

KITASATO. — Biochemische Studien über Phykoerythrin und Phykocyan. *Acta Phytochim II*, 1925.

KLEIN. — Zur Chenice der Zellhaut der Cyanophyceen sitzber. *Akad. Wiss. Wien*, 1915.

KLEIN. — Handbuch der Pflanzenanalyse, III/I, 1932.

Source MNHN Paris

KLUGH. — Photosynthesis of Marine Algœ. *Cont. Canadian biology and fisheries*, vol. 6, Toronto, 1930.

KOHL. — Uber die organisation und physiologie der Cyanophyceen. *Zell.*, Iena, 1903.

KOHL. — Untersuchungen über das Carotin und seine physiologische Bedentung in der Pflanze. *S. 147*, Leipzig, 1912.

KOL et CHODAT. — Quelques algues nouvelles des sols et de la neige. *Bull. Soc. Bot.*, Genève, 1929.

KOFOID et SWEZY. — The free living unarmoured dinoflagellata. *Un. of Calif.*, 1921.

KORNER. — A remarkable coloring of vegetation produced by an aerobie blue algae. *Bot. Centr. Beihefte*, 55 A, 1936.

KRACHENINNIKOV et SOKOVNINA. — Ass. de CO^2 par les plantes arctiques et algues brunes. *Assoc. de l'Inst. Sc. de l'Univers de Moscou*, 1925.

KUHN et BROCKMANN. — *Zeitsch. f. physiol. chem.*, 1931-1932.

KUHN et SMAKULA. — *Zeitsch. f. physiol. chem.*, 1931.

KYLIN. — Ueber phycoerythrine und Phycocyanine bei Ceramium rubrum. *Zeitsch. f. Phy. Chem.*, T. 69, 1910.

KYLIN. — Ueber die Farben der Florideen und Cyanophyceen. *Svensk bot. Tidskr.*, 1912.

KYLIN. — Ueber die roten und blauen Farbstoffe der Algen. *Zeitschr. f. Phy. Chem.*, 1912.

KYLIN. — Ueber die Farbstoffe der Fucoidien. *Z. Phy. Ch.*, T. 82.

KYLIN. — Broch. der meeresalgen. *Zeitschr. fur Phys. Chem.*, 1913-1915-1918.

KYLIN. — Uber die Karotinoideen Fabstoffe der Algen. *Zeitsch. f. Phy. Chem.*, 1927.

KYLIN. — Uber die grunen und gelben Farbstoffe der Florideen. *Z.*, T. 74, 1931.

KYLIN. — Ueber die Farbe der Cyanophyceen. *Z. f. Phys. Ch.*, 1937.

KYLIN. — Anatomie der Rhodophyceen. *Handbuch der Pflanzenanatomie*, 1937.

LAGERHEIM. — Pigments des Zygnémacées. *Christiania. Vidensk-Selk-sur-Math. naturwin* kl, 1895 (*Bot. Centralblatt*, 1895).

LAMPÉ. — Assimilation en relation avec la température chez les algues marines. Adaptation plasmatique.

LEDERER. — Les caroténoïdes des plantes. *Actualités Scient.*, 1934.

LEMBERG. — Die chromoproteide der Rotalgen. *Ann. Chem.*, T. 461, 1928.

LEMBERG. — Pigmente der Rotalgen. *Chem. Zeit.*, 1929.

LEMBERG. — Die lichtextinktionen der Algen chromoprotéeide. *Bioch. Zeitsch.*, 1930.

LEROUX. — *Rev. Gen. Sciences*, T. 37, 1926.

LEWIS. — *Am. Journ. of Anat.*, 1915.

Source MNHN Paris

LLOYD. — A method of ultramicroscopy whereby fluorescence in the Cyanophyceæ and diatomaceæ may be demonstrated. *Science*, T. 58, 1923.

LUBIMENKO. — Traité de botanique. Quantité de chlorophylle dans les algues marines. *C. R. Ac. Sc.*, 1924.

LUBIMENKO. — Adaptation chromatique chez les algues marines. *Bull. Inst. Lesshaft.*, 1926.

LUBIMENKO et TIKHOVSKAIA. — Recherches sur la photosynthèse. Adaptation chromatique chez les algues. *Tr. Stat. biol.*, Sébastopol, T. 1, 1929.

LWOFF. — Déterm. exp. de la synthèse massive de pigments caroténoïdes par le flagellé Hoematococcus pluvialis. *C. R. Soc. Biol.*, 1930.

MAINX. — Uber eine Zygnemacee mit roten Zellfarbstoff. *Lotos*, 1923.

MANGENOT. — Iridescence de quelques Rhodophycées. *C. R. Soc. Biol.*, 1933.

MANGENOT. — Biologie végétale. *Masson*, 1938.

MANGENOT et NARDI. — Etude de Acetabularia. *Livre Jubilaire de M. le Professeur Mangin.*

MAST. — Eyes-spots in volvox and their fonction. *Anat. Rec.*, 1922.

MAST. — Structure and formation of the eye-spot in unicellulaire and colonial organism. *Arch. f. Prot.*, 60, 1927-1928.

MARCHLEWSKI. — Bemerkung zu der Arbeit von Kylin. usw. *Ztschr. f. physiol.*, ch. 75, 1911.

MARCHLEWSKI et MALARSKI. — Phyllocyanine and Phylloxanthine. *Bot. Cent.*, n° 125, 1914.

MEIER, Florence. — Recherches expérimentales sur la formation de la carotine chez les algues vertes unicellulaires et sur la production de la gelée chez un Stichococcus. *Bull. Soc. Bot.*, Genève, n° 21, 1929.

MERVIUS. — Beiträge zur kenntniss der Farbstoffe von Hoematococcus pluvialis. *Ber. d. d. bot. ges*, 1923.

MOLISCH. — Das phycoerythrin, seine Kristallisier bakeil und chemische natur. *Bot. Zeit.* Bd., 52, Leipzig, 1894.

MOLISCH. — Das phycocyane ein Krystallisierbaren. Bd. 53, 1895.

MOLISCH. — Untersuchungen uber das Phykocyan. *Math. Nat. Kl.*, Bd. 115, abt I, Wien, 1906.

MONTFORT CAMILL. — Die funktionelle Einstellung verschieden gefärbter meeresalgen auf die Lichtintensitat studien zur vergleichenden okolgie der Assimilation. *Jahrb. Wiss. Bot.* 71, 1929.

MONTFORT CAMILL. — Carotinoids Photosynthesis und quanten theorie. *Jahrb. Wiss. Bot.*, 1936.

MOORE, WHITLEY, WEBSTER. — Studies on Photosynthesis in marine algæ. *Oceanog. Dept. Liverpool Annual report*, 1922.

NADSON. — Du remplacement de la coloration verte des algues par la coloration rouge dans les profondeurs de la mer. *Bull. Ac. Sc. U.R.S.S.*, 1932.

OLLIVIER. — Etude de la flore marine de la Côte d'Azur. *Ann. Inst. Océan.*, T. 7, 1929.

Source MNHN Paris

OLTMANN. — Morphologie und Biologie der Algen, Iena, 1922.

PALMER. — Carotinoids and related pigments, 1923.

PERRIN, Francis. — Fluorescence des solutions. *Thèse Ann. Phys.*, 1929.

BRADLEY PETT. — Lactoflavin in microorganismes. *Ch. Journ.*, 1935.

RANSON. — Nouvelles observations concernant la biologie de Navicula fusiformis. *Bull. Mus.*, 2e série, T. VIII, 1936.

RABATÉ. — Les Anthocyanosides; leur synthèse. *Journ. Pharm. Chim.*, 1933.

ROCHE. — Pigments des algues rouges. *Arch. Phys. et Biol.*, T. X, 1933.

ROSANOFF. — Observations sur les fonctions et les propriétés des pigments de différentes algues. Cherbourg, 1867.

SAUVAGEAU. — Pigment bleu des navicules. *Bull. Stat. Biol.*, Arcachon, 1906.

SIVADJIAN. — Vitamines et Hormones. *Monog. de chimie industrielle*, Gauthier, Villars, 1937.

SHELFORD et GAIL. — A study of light penetration into sea water made with the Kunz Photo-electric cell with particular reference to the distribution of plants. *Publ. Puget Sound. Biol. Stat.*, 1922.

SMIRNOV. — Sur la vie des algues marines dans les pays arctiques. *Bull. Inst. hydrog.*, Leningrad, 1924.

SORBY. — On the characteristic colouring matters of the red groups of Algæ. *Journ. Linnean Soc. Bot.*, 1877.

STOKES. — On the supposed Identity of Biliverden with Chlorophyll. *Proc. Roy. Soc.*, 13, 1864.

SVEDBERG et LEWIS. — The molecular weights of phycoerythrine and of phycocyanine. *Journ. of Amer. Chem. Soc.*, 1928-1929-1932.

SVEDBERG et KATSURAI. — Die molekulargewitchte der Phycoerythrins und Phycocyan von Aphanizomenon flos aquæ. *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 1929.

TEODORESCO. — Le pigment du Nostoc commun. *C. R. Ac. Sc.*, T. CLXIII, 1910.

TEODORESCO. — Le développement des algues et la réfrangibilité de la lumière. *R. G. Bot.*, T. 46, 1934.

THOMAS. — Cours de chimie biolog., 1929-1936.

TILDEN. — The algae and their life relations. *Mineapolis*, 1935.

TISCHER. — The carotenoids of fresch water algal. *Z. Phys. Chem.*, 1936.

TISCHER. — The caroténoides of Hoematococcus pluvialis. *Z. Phys. Chem.*, 1937-1938.

TISCHER. — The polyene pigments of the blue algal : Aphanizomenon flos aquæ. *Z. Phys. Chem.*, 1938.

TSWETT. — Zur Kenntnis der Phaeophyceenfarbstoff. *Ber. Dtsch. Boton. Ges.*, 1906.

TSWETT. — Etat actuel de nos connaissances sur la chimie de la chlorophylle. *R. G. Sc.*, 1912.

Source MNHN Paris

VERNE. — Couleurs et pigments des êtres vivants.

WATANABE. — Sur la répartition de la flavine dans les algues marines. *Acta Phytochimica*, 1937.

WENT. — Recueil des travaux de botanique. Neerland, 1904.

WHELDALE. — The anthocyanin Pigments of Plants. Cambridge, 1925.

WILLE. — Phycoerythrine bei den myxophyceen. *Ber. d. d. bot. ges.*, 1928.

WILLSTATTER. — Chlorophyll. *Journ. of Amer. Chem. Soc.*, 1914.

WILLSTATTER et MIEG. — Uber eine methode der Trennung und Bestimmung von Chlorophyll derivaten. *Liebigs Ann.*, 1906-1907.

WILLSTATTER et PAGE. — Pigment of brown algae reviewed by west. C. *Abst.*, 1914.

WILLSTATTER et STOLL. — Uber chlorophyllase. *Liebigs, Ann.*, 1908.

WILLSTATTER et STOLL. — Utersuchungen über chlorophyll. Berlin, 1913.

WURMSER. — Recherches sur l'assimilation chlorophyllienne. *Thèse*, Strasbourg, 1921.

ZEICHMEISTER et CHOLNOKY. — *Liebig. Ann.*, 1927.

MNHN, Paris

a) *Callithamnion Hameli* Nasr, photomicrograph of a female plant showing terminal cystocarps

Callithamnion Hameli Nasr, photomicrograph of a tetrasporic plant.

Source : MNHN, Paris

Some New and Little Known Algae from the Red Sea

by

A.-H. NASR, M. Sc.
Assistant Director,
of Ghardaqua, Biological Station

CONTENTS

I. — Introduction.

II. — Descriptive Account of the following species :

1. *Phormidium Ectocarpi* Gom. fa. *fuscescens* Frémy fa. nov.
2. *Phaeocystis Giraudii* (Derb. et Sol.) Lagerheim.
3. *Ectocarpus coniger* Boergs.
4. *Callithamnion* (?) *Hameli* sp. nov.
5. *Antithamnion Lherminieri* (Cr.) Born.
6. *Ceramium Nayali* sp. nov.
7. *Polysiphonia Gorgoniae* Harv.

III. — Discussion.

IV. — Summary.

Acknowledgment.

Bibliography.

I. — Introduction

During my study of the Red Sea algal flora mostly in the late spring and summer of 1937, the following interesting species were met with localities generally concealed from the ordinary observer. All

Source : MNHN, Paris

the material was collected by wading on the large areas of coral reef-flats, occuring in the neighbourhood of the Biological Station at Ghardaqa, Red Sea. The identification of the species was carried out in the Natural History Museum in Paris with the aid of Dr. G. HAMEL.

Some of the drawings were made from fresh material at the Station and some others from material preserved in 3 % Formol, which proves to be a good fixative. The algae preserved in such concentration were not bleached, especially when kept in darkness.

Our knowledge of the Red Sea algal flora is scanty and since ZANARDINI's publication (1858), no exhaustive work has been attempted on this region. It is very interesting, then, to start a study based especially on ecological observations as far as possible. The systematic study, however, should obviously precede any ecological work, and in consequence, the author should not publish any ecological work until he had obtained a sufficiently wide knowledge of what has been done in other neighbouring regions, which have been studied fully; in this instance for example the Mediterranean Coast, say of France and of Naples. The ecological study will be proportionally valuable to the extent to which the previous systematic work has been carried out.

II. — DESCRIPTIVE ACCOUNT OF THE FOLLOWING SPECIES

I. — *Phormidium Ectocarpi* Com. fa. *fuscescens* Frémy fa. nov.

Differt a typo praecique strato fuscescente, rubro et trichomatibus paulo crassioribus (circa 2.5-2.6 μ).

HAB. : Ghardaqa (Abu Qalawa Reef), (n° 310, Herb. Nasr).

This plant forms thick wide expansions brownish red in colour and full of air bubbles, quite distinct from any other species of *Phormidium* present in the Red Sea. It grows on reef-flats on muddy sand parts near the low water mark and is very common in summer and autumn.

Fig. 1. — *Phormidium Ectocarpi*, fa. *fuscescens* Frémy, thallus showing trichomes with rounded apical cell (× 2,000).

The filaments of this alga are

Source : MNHN, Paris

straight, quite in agreement in this respect with the typical form of *Phormidium Ectocarpi* Gom. The trichomes show slight constrictions at the joints and are without granules at the septa, but with homogenous protoplasm (Fig. 1). They are torulose with segments a little longer than broad or isodiametric. The apical cell is always rounded.

This form is quite distinct from *Ph. Ectocarpi*, the typical form, in having rounded apical cell, brown reddish colour and in the dimensions of the trichomes, which are larger than the typical form. For these reasons and according to FRÉMY the Red Sea alga represents a new form of *Ph. Ectocarpi*.

2. — *Phaeocystis Giraudii* (Derb. et Sol.) Lagerheim.

HAMEL, 1931, p. 51.

Tetraspora Giraudii Derb. et Sol., 1850, p. 8, pl. 1, fig. 1-6.

This alga forms spherical lobed gelatinous pale yellowish brown masses attached to stems of *Sargassum* (Fig. 2). Imbedded in this gelatinous mass is great number of spherical cells about 4.5 μ in dia-

Fig. 2. — *Phaeocystis Giraudii* : *A*, colonial habit (× 30);

Source: MNHN, Paris

meter. The writer has been able to observe the formation and liberation of the swarmers (Fig. 2, *b-d*). These are pear-shaped bodies with two cilia, one long directing towards the anterior end, while the other is short and pointing posteriory (Fig. 2, *d*). DERBÈS and SOLIER were not able to see both cilia, they suggested only the presence of a posterior cilium saying : « Dans quelques cas, nous avons pu soupçonner l'existence d'un appendice postérieur, mais il nous a été impossible de la constater d'une manière satisfaisante. » In the diagnosis of the species they also said « in algis marinis parasitica ». As regards this statement and according to my observations the Egyptian plant used the *Sargassum* stem-like organs as a fixing substratum.

In all other respects the Red Sea specimens agree well with the description of DERBÈS and SOLIER. The Mediterranean plants of this species were gathered in June, while the Red Sea ones occur in April.

LOCALITY : Ghardaqa (Cast ashore).
GEOG. DISTRIB. : Mediterranean Sea.

3. — *Ectocarpus coniger* Boergs.

BOERGESEN, 1935, p. 31, fig. 14-16.

The fact that the position of the plurilocular sporangia in *Ectocarpus arabicus* Fig. et De Not. is always in the axil of the lateral filaments, made the writer to refer the Egyptian plant to *E. coniger Boergs.* and not to *E. arabicus*. It is, however, very close to *E. coniger* recently established by Boergesen (1935) from Bombay. Nevertheless, the Red Sea plants are not typical of this species. In the following description the deviation from the type can be easily seen.

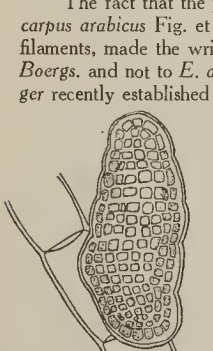


Fig. 3. — *Ectocarpus coniger*, var. *arabicus* (Kuetz.) Nasr.: part of the main filament with plurilocular sporangium (× 360).

The plant forms dense small caespitose tufts about 1 cm high. It is attached to dead corals by rhizoids issuing from the basal cells only. Branching takes place by monopodial growth in which the main axis can be easily distinguished. The main filaments are about 30-40 μ in diameter with cells $1\frac{1}{2}$-3 times as long as broad, rarely longer. Unilateral branching may occur which reminds one of *E. Mitchellae* and its allies. The chromatophores are ribbon shaped in young cells and discoid in old ones.

Both plurilocular sporangia and unilocular sporangia are present. The plurilocular

Source MNHN Paris

sporangia are conical, elongated, ovate-elliptical, sessile, borne on the main filaments (Fig. 3). They are about 28-36 μ broad and 60-90 μ long, rarely 110 μ. The unilocular sporangia occupy the same position as the others, and are oblong to subcylindrical with obtuse apices and base. They are also sessile, about 36-44 μ broad and 80-120 μ long (Fig. 4).

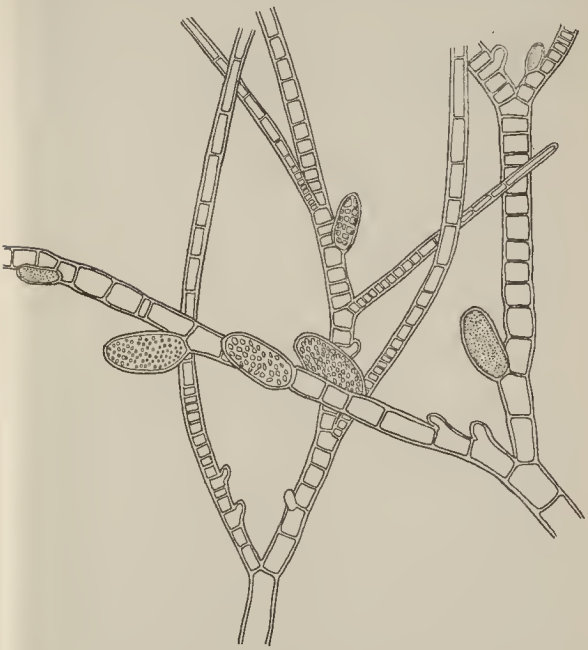


Fig. 4. — *Ectocarpus coniger*, var. *arabicus* (Kuetz.) Nasr : two branches with unilocular sporangia and zone of growth (×150).

It is seen that though the Red Sea alga is of a small thallus, it possesses on the whole larger sporangia. KUETZING (1849-69) in his Tabulae phycologicae demonstrated a very nice figure of a plant called *E. arabicus* Kütz. (non Fig. et De Not.) from the Red Sea. As to the position of the sporangia they are in good agreement with my

Source: MNHN, Paris

plant. BOERGESEN's species should, then, be referred to KUETZING's, but according to the rules of nomenclature and as the name was given formerly to another species by FIGARY et DE NOTARIS, the name *arabicus* adopted by KUETZING is neglected.

As mentioned above the position of sporangia in *Ectocarpus arabicus* Fig. et De Not. is near the axils of the lateral filaments; KUETZING's figure cannot be taken as a synonym to FIGARI's plant as DE TONI has done in his Syllogue Algarum (p. 546). The Egyptian plant may resemble in some way or the other *Ectocarpus van Bosse* S. et G. and it can be distinguished from it by the absence of the creeping primary filaments.

Our plant under investigation is, however, different from the typical Indian plant in respect of its small thallus. BOERGESEN (1935) measured his plant and found it to be 7-10 cm high, while ours is only about one cm. There is some difference also in the dimensions of the sporangia. Upon these grounds, the author considers the Red Sea plant as representing a new variety based on and recalling KUETZING's name i. e. var. *arabicus* (Kütz.) comb. nom.

This alga occurs on dead corals below water mark and common in winter. All material is preserved in Formol.

LOCALITY : Ghardaqa (Abu Sadaf Qitaa).

4. — *Callithamnion* (?) Hameli Nasr nov. sp.

Frons erecta, 2-5 cm alta, purpurea, iridescens, corticata, disco basali ad Lithophyllum affixa, irregulariter et alternatim ramosa. Ramuli spiram ad axim et ramos formantes, secundum ¼ divergentes. Cellulis cylindricis. Ramis subdichotomis, apicibus obtusis, corticatis a 4 filamentis ramosis e basi ramulorum ortis formatis.

Tetrasporangiis globosis, 36-40 μ diam., triangule divisis, sessilibus, ad interiorem partem ramulorum dispositis. Antheridiis pedicellatis sicut sporangia dispositis, raro terminalibus. Cystocarpiis terminalibus lobatis, filamentis involucrantibus dense involutis; procarpiis non visis; si procarpia terminalia, planta aegyptica ad novum genus vergeret. Cystocarpiis secundatis, species juxta C. Hookeri venit Specimina exsiccatione chartae adhaerent (Herb. Nasr, n° 289, Cairo).

Habitat in mari Rubro, ad Ghardaqa, in fissuris saxi, infra superficiem maris; mense Aprili collectum et in mensibus Junio et Julio fertile.

This beautiful purple alga is found attached to *Lithophyllum* by means of short rhizoidal cells arising from the basal cells and forming a disc. The main axis is vigorous in growth and covered all over

Source : MNHN, Paris

by a well developed cortex composed of downward by growing branched filaments produced from the basal cell of each branch and ramule in a manner of four filaments. The branches are carried on the axis irregularly unilateral to alternate, while the ramules are arranged always spirally on the branches with a divergency of $\frac{1}{4}$ turning clockwise (Fig. 5). Hyaline hairs are not always present, but occur

Fig. 5. — *Callithamnion* ? *Hameli* Nasr .
part of the main axis with lateral ramules arising at 1/4 divergency (× 90).

very rarely at the end of the cells and are sometimes very short. They are, however, long and common in tetrasporic plants.

The chromatophores are numerous short rods filling up the whole cells of the thallus and each cell contains a single nucleus, which is not easily seen except by staining.

The ramules are subdichotomously branched with articulated cylindrical cells, somewhat swollen at the anodic end and constricted slightly at the septa.

Plants with tetrasporangia and cystocarps were collected in June, while those carrying the antheridiophores were gathered in July, but only in small quantities.

The antheridiophores are placed on the uppermost and inward side of the mother cells (Fig. 6). In case of the antheridiophores formed on the apical cell of the ramules, they are placed in all directions (Fig. 6). The antheridiophores consist of clusters of short branchlets bearing at their terminal tips more or less spherical minute bodies, which are the spermatia.

Source MNHN Paris

Fig. 6. — *Callithamnion* ? *Hameli* Nasr : ramules with antheridiophores (× 365).

Fig. 7. — *Callithamnion* ? *Hameli* Nasr : ramules carrying tetrasporangia (× 150).

Source MNHN Paris

The tetrasporangia occupy the same position as the antheridiophores i. e. on the inner and uppermost side of the cells. They are borne sessile and sometimes on a very small protrusion from the sporangial mother cells (Fig. 7). They are in a unilateral series which reminds one of some species of this genus, in which the oldest sporangium lies at the base of the series. The tetrasporangia are oval when young, becoming more or less spherical tetrahedrally divided, about 36-40 μ in diameter (Pl. I, *b*).

The mature cystocarps are terminal lobed bodies, but the position of the young procarps was not observed with certainty. The cystocarps (Fig. 8) lie among dense inwardly curved filaments forming

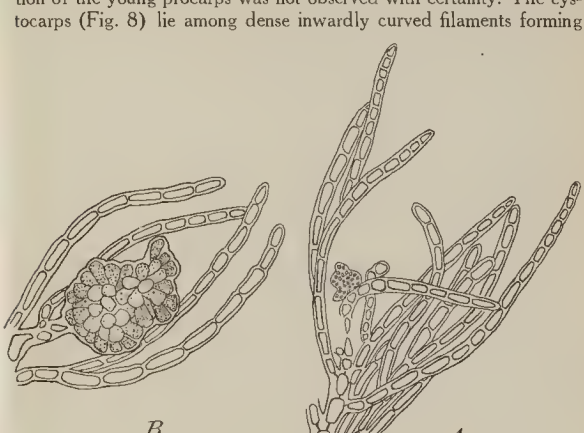


Fig. 8. — *Callithamnion* ? *Hameli* Nasr : *A*, young cystocarp; *B*, terminal cystocarp (×150).

an involucre, which is produced from the neighbouring cells of the procarp, and most probably stimulated during the formation of the carpogonial branch (Pl. I, *a*).

If the position of the procarps proves to be terminal also, the Red Sea alga will undoubtedly represent a new genus close to *Seirospora*. In the existing state of our knowledge this is rather doubtful.

Without the presence of these lobed terminal cystocarps, the Red Sea species is close to *Callithamnion Hookeri*; but it differs

Source MNHN Paris

greatly from it and from any described species. The author has compared his alga with herbarium specimens in the British Museum, Copenhagen and in Paris Museums and concluded that this alga was unlike any others in these herbaria. Some specimens were sent to Prof. SETCHELL of the University of California for comparison with the American species and in his letter Prof. SETCHELL expresses the opinion that this alga seems to be an undescribed species.

In these circumstances, the author would rather consider it a new species and name it in honour of Dr G. HAMEL of Paris Museum, who so greatly assisted him during his study in Paris.

LOCALITY : Ghardaqa (Crescent Reef).

5. — *Antithamnion Lherminieri* (Cr.) Born.

In THURET et BORNET Herbarium, Paris Natural History Museum;

Callithamnion Lherminieri Cr. n°. 1.259, MAZÉ et SCHRAMM, Alg. Guadeloup., p. 144;

Antithamnion antillanum Boergs. (1917), p. 226; (1930) p. 51, Fig. 19-20.

In THURET Herbarium two very fine specimens of *Antithamnion Lherminieri* (Cr.) with attached beautiful drawing by CROUAN, showing the shape and position of a tetrasporangium on the ramules. There is also a note by BORNET which says « *Antithamnion*, an ab. *A. cruciatum* satis differt ? ». These two observations drew my attention to the great resemblance between the Red Sea alga and the Guadeloup one. In a letter from Prof. SETCHELL, I have been informed that our alga may be related to *Antithamnion cruciatum;* but there may be here enough differences differentiate it from *A. cruciatum.*

Antithamnion Lherminieri is very little known and has not been found since the time of its original description, except for the mention made of it in the list by MAZÉ and SCHRAMM. It is very interesting indeed to find this species in the Red Sea, a region quite far and separated from Guadeloup, especially when we know that this alga was not recorded in the Mediterranean and consequently has a striking discontinuous distribution.

This species occurs on reef-flats just below low water mark, attached to the edge of coral rocks and also dredged at 3-4 fm inside Abu Sadaf Reef in sheltered localities. The thallus is minute about 1-3 mm high. The decumbent filaments are fastened to the substratum by means of rhizoids arising from the basal cells of the ramules (Fig. 9). These decumbent filaments are about 60 μ in diameter with cells about 3 times as long as broad. The erect filaments grow up from the creeping filaments and are about 36-44 μ broad with cells 2-4 times as long as broad. The erect filaments carry opposite ramules

Source: MNHN, Paris

in decussate manner. These ramules are seated on the erect filaments by means of a squarrose short cells. The cells in the ramules are about 26-16 μ in diameter i. e. attenuating at the apices, and 3-6 times as long as broad. The ramules are alternately ramified.

The ramellae are attenuating and about 15-8 μ in diameter, with cells 1-2 times as long as broad. These ramellae may carry short

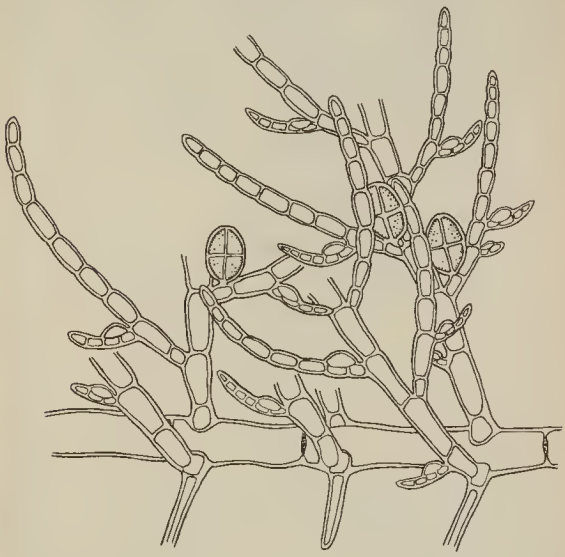


Fig. 9. — *Antithamnion Lherminieri* (Cr.) Born. : part of the main creeping filament with erect branches carrying tetrasporangia cruciately divided (× 187).

secondary ramellae on the second basal cell (Fig. 10). The segments in the secondary ramellae are about 2-6, with gland cells seated on the first and second segment of the secondary ramellae. In some cases also the gland cell was seen on the first and second segment of the ramellae themselves.

The tetrasporangia are ellipsoidal to subcylindrical, sessile, cruciately divided and seated always on the first segment of the ramellae facing the main axis. They are about 72 μ long and 40-42 μ broad (Fig. 10).

Source MNHN Paris

Fig. 10. — *Antithamnion Lherminieri* (Cr.) Born. : ramules with tetrasporangia seated at the first basal segment (×375).

Antithamnion Lherminieri is closely related to, if not identical, with *A. antillanum* Boergs., especially in the shape and position of the tetrasporangia and also in the position of the gland cells. *Antithamnion antillanum*, as I have seen the authentic species through the kindness of Dr BOERGESEN, is in good agreement with *A. Lherminieri* (Cr.) Born. It differs only in the number of cells in the secondary ramellae, which are considered by BOERGESEN (1917) as a good specific character. In *Antithamnion Lherminieri* it is 2-6, while in *A. antillanum* it is composed of 2-4 cells, rarely more. It seems to me that *A. antillanum* could not be easily distinguished from *A. Lherminieri*. Under these circumstances there are no enough strong characters to separate both plants as two distinct species. The two typical localities, further, are quite close and hence it was expected to find *A. Lherminieri* in the West Indies in the one form or the other.

In consequence of the above considerations, the present author suggests for the Guadeloup plant the variety *typica* and the West Indian plant the variety *antillanum* Boergs. comb. nov.

Source MNHN Paris

Only the tetrasporic plants were gathered in April.

LOCALITY : Ghardaqa (Mabahith Bay, Abu Sadaf and Crescent Reef).
GEOGR. DISTRIB. : Guadeloup, West Indies.

6. — ***Ceramium Nayali*** nov. sp.

Thallus zonatim corticatus, 1-3 cm altus, 260-320 μ latus; filamentis primariis repentibus; ramis repentibus ad coralia rhizoidiis pluricellularibus affixis. Ramulis subdichotomis ad apicem introrsum curvatis. Interstitiis inter zona corticata ad apicem brevioribus quam altis, ad basim diametro subequantibus, 6-9 inter quamque dichotomam.

Zonae corticales semper e filis ascendentibus et descendentibus compositae; cellulis parvis ad apicem, 112-140 μ altis, 250 μ latis.

Fig. 11. — *Ceramium Nayali* Nasr : diagramatic part of the thallus showing its habit (× 40).

Tetrasporangiis (44 × 56 μ) cruciatis, intus secundatis, raro subverticillatis.

Antheridiis et cystocarpiis ignotis.

Color frondis purpureo-roseus; specimina exsiccatione chartae adhaerent (Herb. Nasr, n° 325).

Species Ceramii subdichotomi W. van Bosse affinis, sed tetrasporangiis intus secundatis differt.

Source MNHN Paris

Habitat : In mari Rubro ad Ghardaqa.

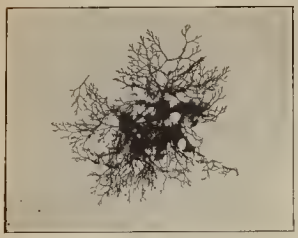


Fig. 11 *bis*. — *Ceramium Nayali* Nasr : photograph of a herbarium specimen to show habit of the plant (Natural size).

This alga forms dense red purple tufts about 1-3 cm. high (Pl. I, c), attached to the basal dead part of corals among the luxuriant growth of living ones, in localities where there is a continual tide waves.

The primary filaments are creeping (Fig. 11) and attached to corals mixed with fine sand by rhizoids emerged from the cortical zones. These rhizoids are colourless monosiphonous, septate and do not end with a disc (Fig. 12).

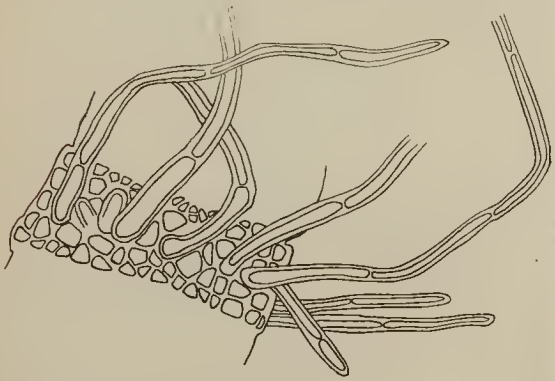


Fig. 12. — *Ceramium Nayali* Nasr : cortical zone with multicellular rhizoids (× 150).

The filaments are subdichotomously branched with the upper parts more inwardly curved (Fig. 13). They are about 264-320 μ broad with sinuate narrow running bands of chromatophores. The number of internodes between the dichotomy is 6-9. These internodes are as long as broad in their vigorous growth, but shorter ones are fairly common near the summits of the filaments.

MNHN Paris

Fig. 13. — *Ceramium Nayali* Nasr :
part of the thallus showing incurved apices (×360).

Fig. 14. — *Ceramium Nayali* Nasr : cortical zone showing upward and downward growth (× 285).

Scan. MNHN Paris

The cortical zones have dissimilar irregularly arranged cells with larger ones at the centre, from which smaller cells are cut off in both directions upwards and downwards (Fig. 14). The cortical zones are 112-140 μ high in their vigorous growth and about 256 μ broad. They are only about 70-80 μ high in young filaments.

The tetrasporangia are generally placed unilaterally on the inner side of the filaments i.e. facing the angle of the dichotomy (Fig. 11); 1-4 tetrasporangia in each cortical zone, very seldom solitary on the outer side of the filaments and in such later case appearing subverticillate. They are cruciately divided and bulge out with the cortical zone (Fig. 15), and are oval to globular, about 44×56 μ. The tetrasporic plants were gathered in summer. Antheridial and cystocarpic plants are not yet known.

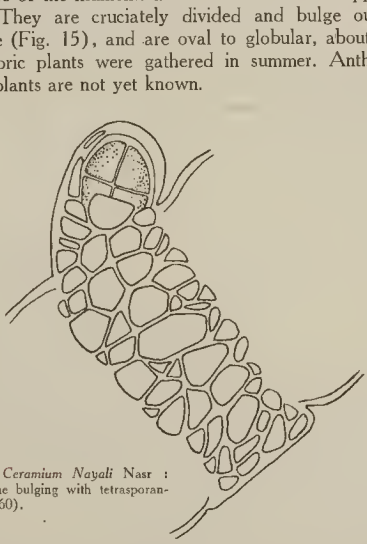


Fig. 15. — *Ceramium Nayali* Nasr : cortical zone bulging with tetrasporangium (× 360).

The Red Sea alga is closely related to *Ceramium subdichotomum* Weber van Bosse established by her during the Siboga Expedition in the Malayan Archipelago (1923); but the Red Sea species can be distinguished by the interior unilaterrally disposed tetrasporangia. It may be related also to *Ceramimum sp.* n° 41, collected by FERGUSON from Colombo and preserved in Thuret Herbarium in Paris. Our plant, however, can be easily separated by the number of internodes lying between the dichotomy, which is 6-9, in contrast to 5 articulations in the Indian plant.

This alga was sent to Prof. SETCHELL for comparison with other

Source MNHN Paris

species in the Herbarium of the University of California. Prof SETCHELL was so kind as to send me the following note : « This is undescribed species of *Ceramium*..., your specimens do not seem to fit into any of the described species at least whose descriptions, etc., are accessible to me. »

Mme FELDMANN also said about it the same thing in comparison with the Mediterranean species.

After searching through the herbaria, the present author considers the Egyptian plant as a new species named in honour of his colleague A.-A. NAYAL, algologist at Fouad I University, Cairo.

LOCALITY : Ghardaqa (Abu Qalawa Reef).

7. — *Polysiphonia Gorgoniae* Harv.

HARVEY, 1851; J. AGARDH, 1876; DE TONI, 1903; NASR.

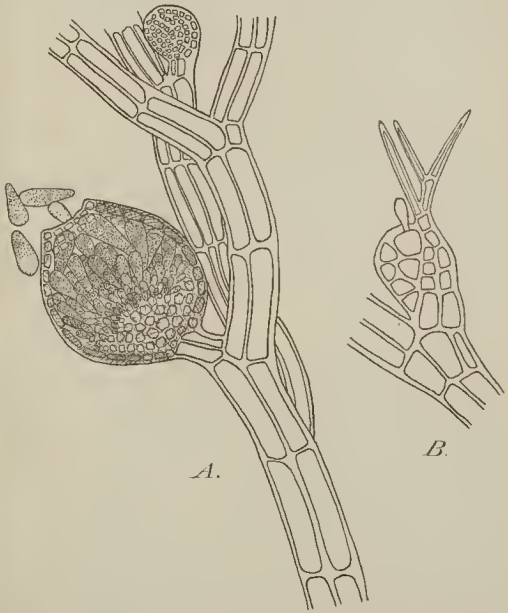


Fig. 16. — *Polysiphonia Gorgoniae* Harv. : *A*, part of the filaments with mature cystocarp and carpospores (× 150); *B*, procarp with trichogyne (× 540).

Source MNHN Paris

This species occurs solitary on dead corals, just below low water mark on reef-flats. The plant is very short about 1 cm high and contains 4 pericentral cells which are never corticated. The thallus is pale yellowish in colour and spreads out in water quite in good accordance with HARVEY's description (1851, p. 39).

Female, male and tetrasporic plants (Fig. 16) were gathered in January-July.

LOCALITY : Ghardaqa (Harbour Reef.).
GEOG. DISTRIB. : Key West.

III. — DISCUSSION

The work embodied in this paper comprises seven species of algae, two of which are new to Science and two others are new varieties. The remaining three also, namely, *Polysiphonia Gorgoniae*, *Antithamnion Lherminieri* and *Phaeocystis Giraudii* are very little known. It is not only interesting to add to our flora these three species, but it is important also from the Geographical distribution point of view.

Polysiphonia Gorgoniae Harv. was known only from Australian waters, and has not been recorded since HARVEY's work (1851) as far as I have been able to ascertain. In spite of WEBER's work in the Malayan Archipelago during the Siboga Expedition (1923) and BOERGESEN's work in India and some other algologists and collectors, this species was not recorded in the Indian Ocean nor in the Arabian Sea. It is strange, then, to find it in the Red Sea and in exact accordance with the authentic species primarily described by Harvey at Key West.

Antithamnion Lherminieri is also very little known alga from Guadeloup and mentioned only as *Callithamnion* in Crouan's manuscript according to Mazé and Schram; it was mentioned by De Toni as a very little known alga under *Callithamnion*. But thanks to Dr Bornet who suggested its proper systematic position under the genus *Antithamnion* by attached label only, although he did not describe it, it is easily recognisable. There is no record of it after Crouan's mention of it; but a similar species which seems to be identical with it, was described by Dr BOERGESEN from the West Indies as *Antithamnion antillanum*, a locality more close to Guadeloup than to the Red Sea. It is, nevertheless, not recorded from the Mediterranean Sea. Though apparently the Guadeloup species is close to *Antithamnion cruciatum* of the Mediterranean region, yet it is distinguished by the position of the tetrasporangia and number

Source MNHN Paris

of cells in the ultimate ramules. There has been much work done in the Mediterranean especially on the European coast and there is little doubt to admit the concealment of such an alga as this from the eagle eyes of the European algologists. This fact may suffice to account for its absence in the Mediterranean. How then did it find its way into the Red Sea ? This is a question not to be answered with certainty; but it might be suggested that it traversed the Mediterranean, attached to ships without succeding in establishing itself there.

Phaeacystis Giraudii was recorded from the Mediterranean Sea and its presence in the Northern part of the Red Sea might be expected. It is interesting, however, to note its local distribution in the western Mediterranean. It was not recorded beyond Golf of Juan, not mentioned by FUNK at Naples (1927), not by HAUCK in the Adriatic Sea (1885).

IV. — SUMMARY

1. Two species namely, *Callithamnian* (?) *Hameli* and *Ceramium Nayali* are described as new to science.
2. A species of the Cyanophyceae, namely, *Pharmidium Ectacarpi* fa. *fuscescens* is described as new form to science.
3. *Ectocarpus arabicus* Kütz. (Non Fig. et Not.) is described as a variety of *Ectacarpus caniger* Boergs.
4. *Antithamnian Lherminieri* (Cr.) Born., a very little known alga, is described and figured for the first time.
5. *Antithamnian antillanum* Boergs. is lowered to a rank of a variety.

ACKNOWLEDGMENT

The writer is greatly indebted to Dr G. HAMEL of Paris Natural History Museum for his kind assistance and valuable suggestions in carrying out this work; also to Prof. P. FRÉMY of Saint-Lô in identifying the new form of *Pharmidium Ectacarpi*. Thanks are due to Prof. SETCHELL of the University of California for communication and encouragement; to Dr FELDMANN and Mme FELDMANN and Mons. ROB. LAMI for useful suggestions. Last but not least to the Staff of the Biological Station at Ghardaqa and to Mons. TREGOUBOFF the subdirector of the Zoological Station at Villefranche-sur-Mer (France) for allowing me to study the algal flora in this region, and to all colleagues and friends, who in different ways have helped me in carrying out this piece of research.

Source MNHN Paris

BIBLIOGRAPHY

AGARDH, J. (1876). — Species Algarum, p. 979, Lund

BOERGESEN, F. (1917). — The Marine Algae of the Danish West Indies, Vol. II, p. 226, Copenhagen.

BOERGESEN, F. (1930). — The Marine Algae from the Canary Islands, p. 51, Copenhagen.

BOERGESEN, F. (1935). — A List of Marine Algae from Bombay, *Det Kgl. Dansk. Vidensk. Selsk. Biol. Medd.* XII, 2, p. 31, Copenhagen.

DERBÈS et SOLIER (1850). — Sur quelques points de la physiologie des algues, *Acad. Sc. France*, T. I, p. 8.

DE TONI (1903). — Sylloge Algarum, p. 882, Patavii.

FIGARI, A. et DE NOTARIS, G. (1854). — Nuovi materiali per l'algologia del mar Rosso, Torrino.

FRÉMY, P. (1934). — Cyanophycées des côtes d'Europe, *Mem. Soc. Nat. Sc. Nat. et Math. de Cherbourg*, t. XLI.

FUNK, G. (1927). — Die Algenvegetation des Golfs von Neapel nach neueren Okologischen Untersuchungen, *Publ. St. Zool. di Napoli*, 7.

HAMEL, G. (1931). — Chlorophycées des côtes françaises, p. 51. Revue Algologique.

HARVEY, W.-H. (1851). — Nereis Boreali-Americana, p. 39, London.

HAUCK (1885). — Die Meeresalgen Deutschlands und Oestereichs, Rabenhorts Bd. 2, Leipzig.

MAZÉ et SCHRAM. — Algues de la Guadeloupe, p. 144.

NASR, A.-H. — Report on some Marine algae from Alexandria (not published).

WEBER VAN BOSSE (1923). — Liste des Algues du Siboga, Leiden.

ZANARDINI (1858). — Plantarum in mari rubrum hucusque collectarum, Venetiis.

Source MNHN, Paris

Les Algues Marines de la Côte des Albères

IV. — RHODOPHYCÉES (suite)

Par Jean FELDMANN

Gigartinales

Cruoriaceae

CRUORIA Fries, 1835

Cruoria purpurea Crouan

CROUAN, Fl. du Finistère, 1867, p. 147, pl. 18, n° 123. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 28.

Croûte épaisse et bombée, large jusqu'à 4 centimètres, d'un pourpre noirâtre. De la base, formée d'une assise de grandes cellules arrondies, s'élèvent des filaments dressés cylindriques, simples ou ramifiés dichotomiquement, larges de 6 à 8 μ. Les cystocarpes, observés sur les individus dragués en décembre, sont insérés latéralement vers l'extrémité des filaments (fig. 26 et 27). Gonimoblastes ramifiés; carpospores larges de 10-15 μ renfermant de nombreux grains d'amidon. Les anthéridies observées sur des individus dragués par 20-30 m. au cap l'Abeille le 12 juillet 1937, sont situées vers l'extrémité des filaments, sur de petits rameaux portant des spermatanges généralement opposés (fig. 26).

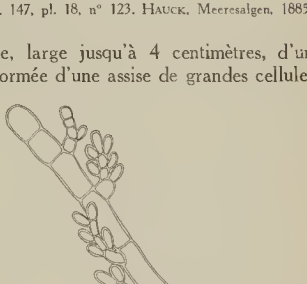


Fig. 26. — *Cruoria purpurea* Crouan. Extrémité d'un filament.

Je n'ai pas observé de tétrasporanges.

Source MNHN Paris

Cette algue est assez rare à Banyuls, près du niveau, sous les surplombs obscurs. Plus fréquente en profondeur, entre 25 et

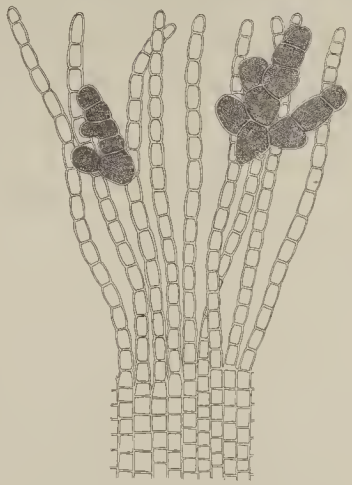


Fig. 27. — *Cruoria purpurea* Crouan.
Coupe au niveau de deux cystocarpes, × 500.

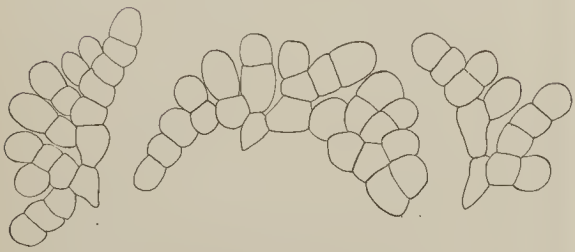


Fig. 28. — *Cruoria purpurea* Crouan.
Trois groupes de carpospores isolées, × 500.

30 mètres, sur les Lithothamniées et les concrétions coralligènes. Se rencontre toute l'année, mais le plus souvent stérile.

Loc. : Cap Béar, cap du Troc, cap l'Abeille.
Distrib. : Méditerranée, Adriatique, Manche.

Source MNHN Paris

Calosiphoniaceae

CALOSIPHONIA Crouan, 1852

Calosiphonia vermicularis (J. Ag.) Schmitz

BORNET, Algues de Schousboe, 1892, p. 342. KYLIN, Ueber die Entwickl. der Florideen, 1930, p. 37, fig. 24. Florideenordnung Gigartinales, 1932, p. 5. *Calosiphonia Finisterrae* Crouan, Fl. Finistère, 1867, p. 141, pl. 13, n° 89. BORNET et THURET, Notes Algol., I, 1879, p. 38, pl. XII.

Rare et de petite taille, à Banyuls, récolté en janvier, avec cystocarpes, épiphyte sur le *Cystoseira spinosa*, dragué entre 10 et 15 mètres. KYLIN l'a également trouvé en échantillons fertiles (cystocarpes), à Banyuls, en juillet 1928.

LOC. : Banyuls (KYLIN), cap Oullestreil.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Atlantique (de la Manche à Tanger).

Nemastomaceae

NEMASTOMA J. Agardh, 1842

Nemastoma dichotoma J. Ag.

J. AGARDH, Alg. mar. medit., 1842, p. 91. Floridernes Morphologi, 1879, pl. IV, fig. 5. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 117, fig. 42. KYLIN, Florideenordnung Gigartinales, 1932, p. 7. *Gymnophloea dichotoma* Kützing, Tab. Phyc., XVI, tab. 58, fig. g-i. BERTHOLD, Cryptonemiaceen Golfes von Neapel, 1884, p. 23, pl. 4, fig. 3. *Gymnophloea incrassata* Kützing, Tab. Phyc., XVI, tab. 59, fig. a-c.

Je n'ai récolté qu'une seule fois cette rare espèce, qui ne semble pas avoir été observée en France depuis J. AGARDH, qui la récolta à Nice. Elle vivait dans une station ombragée et relativement calme, près du niveau, en septembre 1927, au cap du Troc. Mes échantillons sont stériles. Ils présentent de nombreuses cellules glandulaires à contenu réfringent, ovoïdes, mesurant 20-25 × 15-20 μ.

Parmi les nombreuses formes de cette espèce figurées sous des noms divers par KÜTZING, mes échantillons se rapprochent surtout de celle figurée sous le nom de *Gymnophloea incrassata;* ils correspondent également assez bien avec l'échantillon figuré par BERTHOLD. Il est d'ailleurs possible que, sous le nom de *N. dichotoma*, l'on confonde plusieurs espèces distinctes.

LOC. : Banyuls, cap du Troc.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Adriatique.

Gracilariaceae

GRACILARIA Greville, 1830

Gracilaria confervoides (L.) Greville

THURET et BORNET, Etudes phycol., 1878, pl. 40. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 182,

Source : MNHN, Paris

fig. 77. SJÖSTEDT, Floridean studies, 1926, p. 51-64. KYLIN, Ueber die Entwickl. der Florideen, 1930, p. 55, fig. 41, A, B, C, 42, 43 a. ROSENVINGE, Mar. algae of Denmark, IV, 1932, p. 602, fig. 605-610.

Je n'ai pas observé aux environs de Banyuls cette espèce, qui a été récoltée en épave à Port-Vendres, par CHALON.

LOC. : Port-Vendres (CHALON).
DISTRIB. : Cosmopolite dans les mers tempérées et chaudes.

Gracilaria dura (C. Ag.) J. Ag.

J. AGARDH, Alg. mar. medit., 1842, p. 151. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 183.

Je rapporte à cette espèce un *Gracilaria* fréquent toute l'année dans le vivier du laboratoire Arago, mais toujours stérile. Il vit généralement non fixé parmi les Zostères et les Cymodocées, à peu de profondeur.

Cette espèce a été également récoltée à Banyuls, en épave, par SAUVAGEAU (*in* Herb. THURET).

LOC. : Banyuls (SAUVAGEAU). Vivier du Laboratoire.
DISTRIB. : Méditerranée, Adriatique.

Gracilaria compressa (C. Ag.) Greville

HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 183, fig. 78. KYLIN, Ueber die Entwickl. der Florideen, 1930, p. 55, fig. 40 d. NEWTON, Handb. British seaweeds, 1931, p. 431.

Assez abondant en juin-juillet, à Collioure, près de la presqu'île Saint-Vincent, dans les stations abritées et fortement éclairées près du niveau, ainsi que dans les cuvettes. Je ne l'ai pas observé aux environs de Banyuls, où KYLIN l'a récolté.

Fertile (cystocarpes et tétrasporanges en juin-juillet). A Collioure, cette algue est souvent envahie par le *Cylindrocarpus microscopicus*.

LOC. : Collioure, Port-Vendres, Banyuls (KYLIN).
DISTRIB. : Méditerranée, Atlantique (de l'Angleterre au Maroc).

Gracilaria armata (Ag.) J. Agardh

HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 182. *Sphaerococcus armatus* Ag. KÜTZING, Tab. Phyc., XVIII, Tab. 77.

Je n'ai observé cette espèce qu'une seule fois à Collioure, dans une station calme, à peu de profondeur, en juillet.

LOC : Collioure.
DISTRIB. : Méditerranée, Atlantique (Espagne et Maroc).

Gracilaria corallicola Zanard.

ZANARDINI, Icon, phyc. adriat., II, p. 127, tav. 71. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 184. FUNK, Algenveget. Golfs von Neapel, 1927, p. 393, fig. 29.

Source MNHN, Paris

Très rare à Banyuls, récolté une seule fois à l'état stérile, dragué par 25-30 mètres en juin 1934.

Espèce bien caractérisée par sa fronde plane dichotome flabellée. Les échantillons secs ressemblent à un *Rhodymenia;* à l'état vivant, la plante est rigide, cassante, assez épaisse; elle rappelle alors par sa consistance le *Gracilaria foliifera* (Forsk.) Børgs. (= *G. multipartita* (Clem.) Harv.). En coupe transversale, la fronde présente une seule assise de cellules corticales pigmentées et des cellules médullaires de très grande taille, qui, par leur aplatissement par dessiccation, donnent aux échantillons d'herbier un aspect chagriné.

Loc. : Cap l'Abeille.
Distrib. : Méditerranèe occidentale, Adriatique.

Plocamiaceae

PLOCAMIUM Lamouroux, 1813

Plocamium coccineum (Hudson) Lyngbye

Harvey, Phyc. Brit., pl. XLIV. Kylin, Ueber die Entwickl. der Florideen, 1930, p. 46, fig. 32. Florideenordnung Gigartinales, 1932, p. 48. Rosenvinge, Mar. Alg. of Denmark, IV, 1931, p. 599, fig. 602-604. Newton, Handb. brit. Seaweeds, 1931, p. 443, fig. 265. P. Dangeard, Traité d'Algol., 1933, p. 383, fig. 367.

Assez fréquent toute l'année à Banyuls, sous la forme *angustifrons* Le Jolis et la var. *uncinatum* J. Ag., dans les stations ombragées et assez battues près du niveau. La var. *uncinatum* se rencontre aussi en profondeur, entre 15 et 20 mètres, en individus grêles et de petite taille.

Les cellules corticales renferment souvent, ainsi que l'a signalé P. Dangeard, des inclusions protéiques très réfringentes.

Tétrasporanges observés en janvier, février et août. Cystocarpes en février et août.

Loc. : Collioure, cap Béar, cap Oullestreil, cap du Troc.
Distrib. : Méditerranée, Adriatique, Atlantique nord.

Sphaerococcaceae

SPHAEROCOCCUS Stackhouse, 1797

Sphaerococcus coronopifolius (Good. et Wood.) C. Ag.

Harvey, Phyc. Brit., tab. LXI. Kylin, Ueber die Entwickl. der Florideen, 1930, p. 47. Florideenordnung Gigartinales, 1932, p. 51. Newton, Handb. Brit. seaweeds, p. 128, fig. 257.

Espèce vivace par ses rameaux principaux, qui perdent leur

Source MNHN Paris

extrémité en automne et donnent naissance, en hiver et au printemps, à de nouvelles pousses se distinguant nettement par leur teinte rose clair des portions de l'année précédente, de couleur noirâtre.

Assez fréquent toute l'année, près du niveau, dans les stations ombragées et assez battues. Se rencontre aussi en profondeur jusqu'à 30 mètres. Cystocarpes observés en janvier, février, juillet, août et décembre.

Loc. : Collioure, cap Béar, cap Oullestreil, île Grosse, cap du Troc, cap l'Abeille.
Distrib. : Méditerranée occidentale, Atlantique (de la Grande-Bretagne au Maroc).

Furcellariaceae

NEUROCAULON Zanardini, 1843

Neurocaulon reniforme (Postels et Ruprecht) Zanard.

Zanardini, Icon. phyc. adriat., p. 160. Kylin, Florideenordnung Gigartinales, 1932, p. 12. *Constantinea reniformis* Post. et Rupr. Zanardini, Icon. phyc. adriat., tav. 78. Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 146, fig. 60. *Neurocaulon foliosum* Zanard. Kützing, Tab. phyc., XVII, tab. 83, fig. A-C.

Je n'ai trouvé, de cette espèce, qu'un petit échantillon stérile dragué par 30 mètres au mois de septembre.

Loc. : Cap Cerbère.
Distrib. : Méditerranée occidentale. Adriatique, mer Egée.

Neurocaulon grandifolium Rodriguez

Rodriguez, Datos algologicos, IV, 1896, p. 155, pl. VI, fig. 1-6. *Constantinea grandifolia* Ardissone, Note Phyc. Médit., 1901, p. 124.

Sous ce nom, Rodriguez a décrit une seconde espèce du genre *Neurocaulon*, draguée par lui aux Baléares, sur les côtes de Minorque, par 70 à 100 mètres de profondeur. A ma connaissance, cette rare espèce n'avait pas encore été retrouvée ailleurs. J'en ai récolté deux individus, de petite taille, le 25 juin 1932, au cours d'un dragage au cap Béar. Mes échantillons correspondent parfaitement avec ceux récoltés par Rodriguez et conservés dans l'herbier Thuret; par rapport à l'échantillon figuré par lui, ils possèdent un stipe relativement court.

Rodriguez indique que les anthéridies de cette espèce se rencontrent en juin, mais il ne les mentionne pas dans sa diagnose et n'en donne aucune description.

L'un de mes échantillons en était pourvu, ainsi que l'un des échantillons de Rodriguez conservé dans l'herbier Thuret. Comme les organes mâles n'ont jamais été décrits dans le genre *Neurocaulon*, il est intéressant d'en donner ici une description, malheu-

Source MNHN Paris

reusement sommaire, car je ne les ai remarqués et étudiés que sur mon échantillon desséché.

Les spermatanges forment des plages irrégulières, de teinte plus claire que le reste de la fronde et situées à la périphérie de la fronde réniforme, dont ils occupent la moitié externe. Ces plages, allongées radialement, ne sont pas sans rappeler un peu par leur aspect les taches spermatangiales du *Porphyra leucosticta*.

Toutes les cellules corticales de ces plages spermatangiales ne sont pas transformées en spermatanges : il reste toujours un certain nombre de cellules stériles formant un réseau entourant les spermatanges. Ceux-ci se forment par division répétée des cellules corticales; vues de face, elles sont arrondies.

Loc. : Cap Béar.
Distrib. : Méditerranée occidentale (Minorque, cap Béar).

Rissoellaceae

RISSOELLA J. Agardh, 1849

Rissoella verruculosa (Bertoloni) J. Agardh

Funk, Algenveget. des Golfs von Neapel. 1927, p. 390, Taf. 27. Kylin, Ueber die Entwicklung der Florideen, 1930, p. 44 ; Floridecnordnung Gigartinales, 1932, p. 31. *Fucus Rissoanus* Turner, Fuci, tab. 253.

Très abondant sur les rochers battus de toute la côte, il forme, dans l'étage littoral au-dessus du trottoir de *Tenarea*, une ceinture continue très dense. Sur les parois verticales très battues, il peut remonter jusqu'à 1 m. 50 au-dessus du niveau, le niveau atteint étant fonction de la plus ou moins grande agitation de l'eau; supporte bien une dessiccation prolongée.

Le *Rissoella verruculosa*, considéré par les auteurs comme une espèce annuelle, est en réalité pérennant par un disque qui, à la fin de la végétation (août, septembre), lorsque les frondes dressées, qui, elles, sont annuelles, se détruisent progressivement, porte de nombreuses pousses cylindriques, hautes de 1 mm. en septembre, et se développent ensuite rapidement pendant l'hiver; elles atteignent 1 cm. de haut au début de décembre, et leur taille maxima, une dizaine de centimètres, au mois de mai.

Tétrasporanges et cystocarpes observés en juin-juillet et août.

Loc. : Collioure, Port-Vendres, cap Béar, cap Casteil, cap Doune, île Grosse, cap du Troc, Cerbère, etc...

Distrib. : Espèce endémique dans la Méditerranée. L'examen des échantillons contenus dans l'herbier Thuret me permet de compléter la répartition de cette espèce telle que je l'avais indiquée dans un précédent travail (*Contrib. Fl. algol. marine de l'Algérie*, 1931, p. 236). Le *Rissoella* existe à Malaga (Clemente !) et à Minorque (Mahon), où il a été récolté en 1831 par Monard, puis par Rodriguez postérieurement à la publication de son catalogue, où cette espèce n'est pas citée. Dans la Méditerranée orientale, cette espèce a été récoltée à Alexandrie (Hartmann) et à Jaffa (Mlle Joffé).

Source MNHN Paris

Rhodophyllidaceae

RHODOPHYLLIS Kützing, 1847

Rhodophyllis bifida (Good. et Wood.) Kütz.

KÜTZING, Tab. Phyc., XIX, tab. 50. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 166, fig. 69. KYLIN, Studien über die Entwickl. der Florideen, 1923, p. 31. Florideenordnung Gigartinales, 1932, p. 40, fig. 9. ROSENVINGE, Mar. Algae of Denmark, IV, 1931, p. 597, fig. 601. FUNK, Algenveget des Golfs von Neapel, 1927, p. 390, fig. 28.

Assez rare à Banyuls, au printemps et en été dans les stations ombragées, près du niveau et en profondeur, vers 25 mètres; fixé sur les rochers ou, le plus souvent, épiphyte sur d'autres algues. Tétrasporanges observés en mars et avril.

LOC. : Cap Béar, cap du Troc, cap l'Abeille.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Atlantique nord.

Rhodophyllis appendiculata J. Agardh

J. AGARDH, Sp. Alg., II, p. 389. *Fucus bifidus* var. *ciliatus* Turner, Fuci, tab. 154. *Rhodymenia bifida* var. *ciliata* Harvey, Phyc. Brit., tab. 32.

N'est peut-être qu'une forme de l'espèce précédente, dont elle se distingue par les cystocarpes situés dans des proliférations marginales. Plus commun à Banyuls que le *R. bifida*. Se rencontre en profondeur, entre 20 et 30 mètres. Cystocarpes observés en mars et septembre.

LOC. : Cap Béar, cap l'Abeille, cap Rederis, cap Cerbère.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Atlantique nord.

CALLIBLEPHARIS Kützing, 1843

Callihlepharis juhata (Good. et Wood.) Kützing

KÜTZING, Tab Phyc., XVIIII, tab. 13. KYLIN, Florideenord. Gigartinales, 1932, p. 44. *Rhodymenia jubata* Harvey Phyc. Brit., Pl. 175.

J'ai trouvé cette espèce pour la première fois dans la région de Banyuls en juillet 1939, épiphyte sur un individu de *Cystoseira spinosa*, dragué par 20 à 25 mètres de fond. Les échantillons bien développés et bien caractérisés sont stériles.

LOC. : Cap Béar.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Atlantique nord, de l'Ecosse au Maroc.

Hypneaceae

HYPNEA Lamouroux, 1813

Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux

KÜTZING, Tab. Phyc., XVIII, tab. 19, fig. a-c. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 188, fig. 81. KYLIN, Ueber die Entwickl. der Florideen, 1930, p. 50, fig. 35. Die Florideenordnung Gigartinales, 1932, p. 47.

Source MNHN Paris

Fréquent toute l'année, sur les rochers, ou épiphyte sur diverses algues, dans les stations calmes et peu profondes et dans les cuvettes. De couleur pourpre et de petite taille, au printemps; il forme pendant l'été de grosses touffes hautes de 30 à 40 centimètres et de couleur jaunâtre ou verte. Plante assez polymorphe; les individus fertiles sont généralement plus richement ramifiés. Cystocarpes et tétrasporanges observés en août et septembre.

Loc. : Collioure, Port-Vendres, cap Doune, île Grosse, cap du Troc.
Distrib. : Méditerranée, Atlantique tropical et subtropical, jusqu'au golfe de Gascogne, vers le nord; océan Pacifique et océan Indien.

Phyllophoraceae

PHYLLOPHORA Greville, 1830

Phyllophora nervosa (DC.) Greville

Kützing, Tab. Phyc., XIX, tab. 76. fig. 11. Funk, Algenveget. des Golfs von Neapel, 1927, p. 385, fig. 23. *Phyllophora rubens β nervosa* Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 143, fig. 58.

Espèce pérennante, de petite taille au printemps, plus développée en été et en automne. Vit près du niveau jusqu'à 2 mètres de profondeur, sous les surplombs très ombragés, dans les stations assez battues. Plus fréquent et plus développé (jusqu'à 30 cm. de hauteur) en profondeur, jusqu'à une trentaine de mètres de fond.

Généralement envahi par des épiphytes variés, en particulier des Mélobesiées, ainsi que par des Bryozoaires et des Spongiaires.

Les tétrasporanges, groupés en némathécies à la face inférieure de petites folioles ombiliquées naissant à la surface de la fronde, ont été longtemps considérés comme une algue parasite (*Colacolepis incrustans* Schmitz). Ils se rencontrent assez fréquemment en janvier-février.

Le *Phyllophora nervosa* est très voisin du *Phyllophora epiphylla* (Müller) Batters (*P. rubens* Greville) de l'Atlantique nord, dont il se distingue par sa fronde plus ou moins distinctement nervée, surtout vers la base, et à bords ondulés, et dont il constitue une forme vicariante méditerranéenne.

Loc. : Collioure, Port-Vendres, cap Béar, cap du Troc, cap l'Abeille, etc...
Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique, mer Egée, mer Noire, Atlantique (Cadix, Tanger).

Phyllophora Heredia (Clemente) J. Agardh

Montagne, Fl. Algérie, 1849, p. 122, tab. 16, fig. 5, a-e. Funk, Algenveget. Golfs von Neapel, 1927, p. 387, fig. 25. *Acanthothylus Heredia* Kützing, Tab. Phyc., XIX, tab. 77, c-f.

Beaucoup plus rare que l'espèce précédente, vit en profondeur

entre 15 et 30 mètres, sur les rochers, les Lithothamniées, ou épiphyte sur le *Cystoseira spinosa*.

Espèce vivace, se rencontrant toute l'année.

Loc. : Cap Oullestreil, rech de Milan.
Distrib. : Méditerranée occidentale, Atlantique (de la Bretagne au Maroc).

GYMNOGONGRUS Martius, 1833

Gymnogongrus Griffithsiae (Turner) Martius

Kützing, Tab. Phyc., XIX, tab. 65. Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 139, fig. 56. Chemin, *Gymnogongrus Wulfenii* Zanardini, Icon. phyc. Adriat., tab. 94.

Assez rare sur les rochers plus ou moins vaseux près du niveau dans les stations calmes et ombragées. Vit bien en eau polluée comme dans le port de Collioure.

La forme méditerranéenne : G. *Wulfenii* Zan. se distingue de la forme atlantique par sa fronde souvent comprimée.

Les tétrasporanges groupés en némathécies (*Actinococcus aggregatus* Schmitz) se rencontrent en juin-juillet.

Loc. : Port de Collioure, Port-Vendres, Banyuls, anse du Troc.
Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Atlantique nord (de l'Angleterre aux Canaries, Amérique du Nord), Pacifique nord (Californie).

Gymnogongrus norvegicus (Gunner) J. Ag.

J. Agardh, Sp. Alg., II, p. 320. Chemin, Développ. des spores du *G. norvegicus*. 1929, p. 305-308, fig. 1-2. *Chondrus norvegicus* Lamouroux, Harvey, Phyc. Brit., pl. 187. *Oncotylus norvegicus* Kützing, Tab. Phyc., XIX, tab 61.

Abondant à Collioure, à la presqu'île Saint-Vincent, dans les creux des rochers ombragés fortement battus, au niveau de l'eau. Forme de belles touffes pourpre foncé presque dépourvues d'épiphytes. Je ne l'ai pas observé ailleurs dans la région. Les échantillons récoltés en juin-juillet étaient pourvus de nombreuses némathécies, qui étaient considérées autrefois comme des parasites (*Actinococcus peltaeformis* Schmitz).

Je n'ai pas observé de cystocarpes.

Loc. : Collioure.
Distrib. : Atlantique nord (de la Norvège au Maroc), Amérique du Nord.
Dans la Méditerranée, cette espèce est limitée à la partie ouest de la Méditerranée occidentale. Voici les localités méditerranéennes d'où j'en ai vu des échantillons : Barcelone (Eydoux, Rodriguez), Collioure (!), Leucate (Sennen), Sète (Barreau), Marseille (Schousboe, Solier, etc.), Arenc, Endoume (Thuret), Alger (Monard !), Cherchell (!). Elle fait défaut en Italie.

Gymnogongrus nicaeensis (Duby) Ardiss. et Straff.

Ardissone et Strafforello, Enumerazione delle Alghe di Liguria, 1877, p. 186. Feldmann, Faune et Flore de la Méditerranée, 1931; Contrib. Fl. Algol. marine de l'Algérie, 1931, p. 231. *Halymenia nicaeensis* Duby Botanicon Gallicum, II, 1830, p. 943. *Rhodomenia palmetta* var. *nicaeensis* J. Agardh, Alg. mar. Médit., 1842, p. 153. *Rhody-*

Source MNHN, Paris

menia nicaeensis Montagne, Fl. Algérie, 1846, p. 68. *Sphaerococcus palmetta* var. *nicaeensis* Kützing, Sp. Alg., 1849, p. 782. *Phyllotylus siculus* Kützing, Sp. Alg., 1849, p. 790. *Sphaerococcus nicaeensis* Kützing, Tab. Phyc., XVIII, 1868, tab. 96, fig. c, d. *Phyllophora palmettoides* var. ? *nicaeensis* J. Agardh, Epicrisis, 1876, p. 218. BORNET, Algues de Schousboe, 1892, p. 114. OLLIVIER, Fl. mar. Côte d'Azur, 1929, p. 130. *Phyllophora palmettoides* Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 144 (non J. Ag.). FUNK, Algenveget Golfs von Neapel, 1927, p. 386, fig. 24. *Gymnogongrus palmettoides* Ardissone, Note alla Phycol. medit., 1893. PREDA, Fl. Ital. Cryptogama, Florideae, 1909, p. 349.

Je ne reviendrai pas ici sur les caractères et la nomenclature très embrouillée de cette espèce, que j'ai déjà étudiée ailleurs et qui, par ses cystocarpes immergés dans le tissu de la fronde, se rapproche plus des *Gymnogongrus* que des *Phyllophora*, à laquelle on la rattachait généralement. Je signalerai seulement qu'elle se distingue des autres *Gymnogongrus* décrits par sa fronde mince et membraneuse et ses némathécies étendues et peu élevées, bien différentes des némathécies en forme d'*Actinococcus* des autres espèces de *Gymnogongrus*. Ces deux caractères seraient peut-être suffisants pour en faire le type d'un genre nouveau.

Le *Gymnogongrus nicaeensis* est une espèce vivace par ses stolons rampants, qui se rencontre toute l'année, mais est surtout abondante en hiver et au printemps. C'est l'espèce la plus caractéristique des crevasses, des surplombs et des grottes très ombragées et assez battues, près du niveau, jusqu'à 1 ou 2 mètres de profondeur. Elle recouvre souvent à elle seule de larges pans de rochers. Souvent associée à des Eponges ou au *Palmophyllum crassum*, qui recouvrent ses stolons de telle sorte que les frondes dressées paraissent sortir de l'éponge ou du *Palmophyllum*. Je ne l'ai jamais observée en profondeur.

J'ai observé les cystocarpes en mai.

LOC. : Collioure, Banyuls, cap Doune, grotte du Troc.

DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Atlantique (côtes d'Espagne, de France et du sud de l'Angleterre).

Gigartinaceae

GIGARTINA Stackhouse, 1809

Gigartina acicularis (Wulfen) Lamouroux

KÜTZING, Tab. Phyc., XVIII, tab. I, c-e, HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 136.

Peu fréquent près du niveau, dans les stations ombragées et assez calmes. Toute l'année, mais surtout développé en hiver.

LOC. : Banyuls, cap Doune, anse du Troc.

DISTRIB. : Méditerranée, Adriatique, Atlantique (de l'Angleterre aux Canaries, Brésil, Antilles), Océan Pacifique (Japon). Sans doute répandu dans toutes les mers chaudes.

Source MNHN Paris

Rhodymeniales

Rhodymeniaceae

FAUCHEA Montagne, 1846

Fauchea repens (C. Agardh) Mont.

MONTAGNE, Fl. Algérie, 1846, p. 64, pl. 16, fig. 1. KÜTZING, Tab. Phyc., XVIII, tab. 71, fig. c, e. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 152, fig. 63. BORNET, Sur deux algues de la Médit., 1890, p. 239, pl. 1, fig. 5.

Assez rare, rampant sur les concrétions coralligènes, entre 20 et 30 mètres. Récolté en mars, juin, juillet et décembre.

Tétrasporanges observés en décembre.

LOC. : Cap Béar, vers l'anse de Paulilles, cap l'Abeille.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Adriatique, mer Egée, Atlantique (côtes d'Espagne, Tanger).

GLOIOCLADIA J. Agardh, 1842

Gloiocladia furcata (C. Agardh) J. Ag.

J. AGARDH, Algae mar. medit., 1842, p. 87. ZANARDINI, Icon. phyc. Adriat., I, p. 13, tav. 4. HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 150, fig. 62. KYLIN, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 32.

Assez fréquent en profondeur, entre 20 et 30 mètres, plus rare vers 8-12 mètres. Epiphyte sur les Lithothamniées et les rhizomes de Posidonies. Observé de mars à septembre. En mars, les échantillons sont peu développés. En juin, ils forment de grosses touffes rampantes sur le substratum, à rameaux dichotomes, souvent soudés entre eux et d'un beau rose.

Tous mes échantillons sont stériles.

Ainsi que l'indique KYLIN, le genre *Gloiocladia* se rapproche, par sa structure, des *Gloioderma* et des *Fauchea* de la tribu des *Faucheae*, mais il s'en éloigne par ses tétrasporanges à division tétraédrique, ce mode de division ne se rencontrant parmi les Rhodyméniales que chez les *Champiaceae* et les *Hymenocladiae*. La structure du cystocarpe du *G. furcata*, espèce rarement fertile, est encore mal connue.

LOC. : Cap Béar, île Grosse, cap l'Abeille, cap Rederis, cap Cerbère.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Adriatique.

CHRYSYMENIA J. Agardh, 1842

Chrysymenia ventricosa (Lamouroux) J. Agardh

HAUCK, Meeresalgen, 1885, p. 159, fig. 65. KUCKUCK, Beiträge zur Kenntnis der Meeresalg., 13, 1912, p. 218, fig. 7, Taf. XIII, fig. 16-21. KYLIN, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 10. *Halymenia ventricosa* Kützing, Tab. Phyc., XVI, Taf. 86. *Chrysymenia pinnulata* J. Agardh. ZANARDINI, Ic. phyc. adriat., I, p. 151, tav. XXXVI, A.

Source : MNHN, Paris

Espèce très fréquente en profondeur, généralement épiphyte sur les Lithothamniées ou les *Peysonnelia*, entre 20 et 30 mètres. Bien

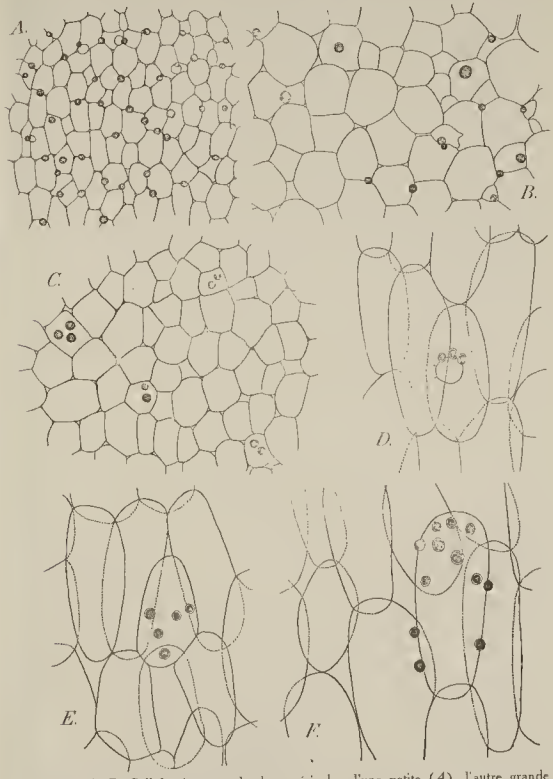


Fig. 29. — *A*, *B*, Cellules internes de deux vésicules, l'une petite (*A*), l'autre grande (*B*) de *Botryocladia botryoides* (Wulf.) Feldm., montrant la disposition des cellules sécrétrices. × 75. *C*, Cellules internes du *Botryocladia Chiajeana* (Menegh.) Kylin. × 75. *D*, *E*, *F*, Cellules internes du *Chrysymenia ventricosa*. × 75.

que cette espèce puisse vivre près du niveau, sous les surplombs ombragés, comme je l'ai observé à Villefranche, je ne l'ai rencontrée qu'en profondeur, dans la région de Banyuls.

Source MNHN, Paris

Algue annuelle apparaissant en janvier pour disparaître en septembre-octobre. En 1932, des échantillons dragués le 28 janvier mesuraient 14 mm. de haut et n'étaient pas encore ramifiés; ceux récoltés le 28 mars atteignaient 40 mm. de haut; trois mois après, les échantillons, dragués le 22 juin, avaient atteint leur taille adulte et les plus grands mesuraient 140 mm. de hauteur.

Les organes reproducteurs se rencontrent pendant l'été, ils sont assez fréquents : cystocarpes observés en juin, juillet, août et septembre, spermatanges en juillet, tétrasporanges en juillet et août.

Les petites cellules glandulaires situées à la face interne de la fronde creuse du *Chrysymenia ventricosa* sont tantôt situées sur certaines cellules non modifiées de la couche interne (elles sont alors très nombreuses sur une même cellule et j'en ai compté jusqu'à 23), tantôt groupées en plus petit nombre (2 à 5) sur une petite cellule spéciale, sphérique, fixée sur les grandes cellules internes et faisant saillie dans la cavité de la fronde (fig. 29, *D*, *E*, *F*). Ces deux types de disposition des cellules glandulaires s'observent sur les mêmes individus et leur coexistence m'a paru à peu près constante chez les divers individus examinés à ce point de vue.

Loc. : Cap Béar, cap l'Abeille, cap Peyrefite, cap Cerbère.
Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Tanger.

BOTRYOCLADIA Kylin, 1931

Botryocladia botryoides (Wulfen) comb. nov.

Fucus botryoides Wulfen, Plantae rariores Carinthiacae, CCLXXXIX, *in* Jacquin, Collectanea, vol. III, p. 146, Tab. 13, fig. 1, 1789 [non *Fucus botryoides* Turner, 1811]. *Fucus uvarius* Esper, Icones Fucorum, 3 Helft, p. 153, Tab. LXXVIII, 1799. Wulfen, Cryptogamia aquatica, 1803, p. 32 [non *Fucus ovarius* Linné, Syst. naturae, Ed. XII, T. II, p. 714, 1767].

Botryocladia uvaria (Wulf.) Kylin, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 17. *Chrysymenia uvaria* J. Agardh, Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 160, fig. 66. Kuckuck, Beiträge z. Kenntnis der Meeresalgen, 13, 1912, p. 214, fig. 5-6, pl. XIII, fig. 14-15. Børgesen, Variabilité du *Ch. uvaria*, 1928, p. 8-13, fig. 1-2. Mar. Algae Canary Isl., III, part. II, p. 85, fig. 29, 1929.

Ainsi que l'a fait remarquer Kylin, c'est à tort que De Toni (Sylloge algarum IV, 2, p. 543) attribue à Linné la paternité du nom spécifique : *uvaria* attribué à la plante de la Méditerranée. Sous le nom de *Fucus ovarius* (et non *uvarius*), Linné a décrit une algue vivant « in O. Asiatico » et qui est, par conséquent, différente du *Botryocladia uvaria* des auteurs modernes, qui n'existe que dans la Méditerranée et l'Atlantique (1). Le nom spécifique d'*uvarius* n'a pas

(1) D'après M.-A. Howe (*in* N.-L. Britton, Flora of Bermuda, 1918, p. 517) dans l'herbier de Linné figurent sous le nom de *Fucus ovarius* L., à la fois des échantillons de *Botryocladia* et des échantillons de *Caulerpa racemosa*. D'après la localité indiquée dans le *Syst. nat.*, il est fort possible que Linné ait décrit son *Fucus ovarius* sur un échantillon de *Caulerpa racemosa* (cf. Turner, Fuci, IV, p. 91).

Source MNHN, Paris

été employé pour la première fois pour l'algue de la Méditerranée par WULFEN, comme l'indique KYLIN, mais par ESPER en 1799, et ce n'est que quatre ans plus tard, en 1803, que WULFEN, adoptant à son tour l'opinion d'ESPER, nomma la plante méditerranéenne *Fucus uvarius*. Mais l'adjectif *uvarius* n'est pas le premier qui ait été attribué à l'algue méditerranéenne. Dix ans avant ESPER, en 1789, WULFEN avait décrit et figuré un *Fucus botryoides* de Trieste, qui correspond, sans aucun doute possible, au *Botryocladia uvaria* des auteurs modernes, ainsi que le montre la figure très exacte qu'il en a donné et que reproduit d'ailleurs ESPER (loc. cit., tab. LXXVIII, fig. 1). Par conséquent, il est nécessaire, pour obéir aux règles de la nomenclature, d'adopter l'adjectif spécifique proposé d'abord par WULFEN en 1789, et de nommer l'algue en question : *Botryocladia botryoides* (Wulfen) comb. nov.

Le *B. botryoides*, assez rare près du niveau dans les stations un peu abritées et assez obscures, est plus fréquent en profondeur, entre 15 et 30 mètres, sur les rochers, les concrétions coralligènes et les troncs de *Cystoseira spinosa*. C'est une espèce vivace par sa base, dont le développement annuel débute en janvier-février. Les cystocarpes, que j'ai observés en juillet, août et septembre, sont groupés au nombre de 2 à 11 sur une même vésicule. Les tétrasporanges se rencontrent également en été.

Fig. 30. — Rameau de *Botryocladia botryoides* (Wulf.) Feldm. dragué, montrant la différence de taille des vésicules sur le même individu (gr. nat.).

Ainsi que l'a montré F. BØRGESEN, cette espèce est assez variable. Sous le nom de var. *profunda*, BØRGESEN a décrit une variété de cette espèce trouvée par lui en dragage à Monaco, et qui se distingue de la forme type par ses utricules plus grosses, et les cellules des parois internes des utricules également plus grandes. Ces deux caractères ne m'ont pas paru constants chez les individus dragués aux environs de Banyuls, qui montrent souvent les deux types d'utricules de grande et de petite taille coexistant côte à côte chez le même individu. Dans l'échantillon figuré ci-contre (fig. 30), certaines des utricules atteignent 8 mm. 5 de long et 4 mm. de large, et leurs cellules internes (fig. 29, *B*) mesurent 120-150 μ de diamètre, ce qui correspond tout à fait aux dimensions attribuées par BØRGESEN à sa var. *profunda*. Mais à côté de ces grosses utricules, on en trouve, sur le même rameau, qui ne mesurent que 2 à 3 mm. de long et dont les cellules internes (fig. 29, *A*) n'atteignent que 60 μ de large et qui,

Source : MNHN, Paris

par conséquent, correspondent à la forme typique. Il n'y a donc pas lieu, me semble-t-il, de distinguer une var. *profunda*, puisque les caractères de cette variété peuvent coexister avec ceux du type sur le même individu.

La disposition des cellules sécrétrices sur la face interne des utricules correspond bien, en général, à la description donnée par BØRGESEN pour la forme méditerranéenne, néanmoins, on observe assez souvent, surtout dans les grosses utricules, des cellules sécrétrices insérées au centre d'une cellule de l'assise interne de la fronde, comme

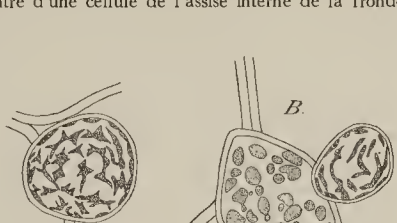


Fig. 31. — Cellules sécrétrices de *Botryocladia botryoides* (Wulf.) Feldm., × 700.

cela s'observe dans les échantillons des Canaries (cf. BØRGESEN), et non pas uniquement localisées au niveau des cloisons qui séparent ces cellules, comme c'est le cas général pour les échantillons méditerranéens. Enfin, j'ai observé assez fréquemment des cellules sécrétrices fixées sur une petite cellule de forme irrégulière, insérée elle-même sur les cellules de l'assise interne de la fronde et faisant saillie dans sa cavité (fig. 31, *B*). Cette disposition, qui est à comparer avec celle que l'on rencontre chez le *Chrysymenia ventricosa*, n'avait pas encore été observée, à ma connaissance, chez le *Botryocladia botryoides*. Les cellules sécrétrices renferment une grosse vacuole centrale; dans le cytoplasme périphérique se trouvent de nombreux chromatophores assez pâles, de forme différente de celle des autres cellules de la fronde : ils ont, en général, la forme de filaments irréguliers, ondulés et parfois ramifiés, ou de plaquettes étoilées, irrégulières.

LOC. : Cap Béar, cap Doune, cap du Troc, cap l'Abeille, cap Peyrefite.

DISTRIB. : Méditerranée, Atlantique chaud (de Cadix aux Canaries). Signalé également en Floride et aux Antilles, mais la plante de ces régions constituerait, d'après KYLIN, une espèce distincte : *Botryocladia occidentalis* (Boergesen) Kylin et non une simple variété.

Source : MNHN, Paris

Botryocladia Chiajeana (Meneghini) Kylin

Kylin, Florideenordnung Rhodymeniales. 1931, p. 18. *Chrysymenia Chiajeana* Meneghini, Zanardini, Icon. Phyc. Adriat., I, p. 155, tav. 36, B. Funk, Algenveget. Golfs von Neapel, 1927, p. 400, fig. 33. Børgesen, Mar. Algae Canary Isl., III, pt. III, 1929, p. 87, fig. 30. *Gastroclonium Chiajeanum* Kützing, Tab. Phyc. XV, tab. 99, g-k.

Assez rare au printemps, entre 10 et 25 mètres de profondeur, épiphyte sur les Lithothamniées et les rhizomes de Posidonies.

Les cellules sécrétrices sont groupées par deux ou trois sur une même cellule de l'assise interne de la fronde (fig. 29, C). Mes échantillons sont stériles.

Loc. : Cap Béar, île Grosse, cap l'Abeille.
Distrib. : Méditerranée, Adriatique, Atlantique (de la côte Basque aux Canaries).

Botryocladia Boergesenii nov. sp.

J. Feldmann, Algae mar. médit. nov., 1935, p. 368.

Frons e callo basali minutissimo orta. Caules filiformes 2-7 mm. longae, solidae, textura parenchymatica, simplices vel raro furcato-ramosae, in vesiculas sphaeroideas aut obovoideas usque ad 5-7 mm. longas, abeuntes.

Vesiculae amoene roseae, substantia molli et lubrica, vacuae, e duobus stratis contextae. Cellulae exteriores minores, irregulares, vulgo 8-12 μ, raro usque ad 20 μ latae, chromatophora plura, intense colorata, continentes et in strato discontinuo, reticulato dispositae. Cellulae internae majores, pallidiores, polyedricae 60-100 μ longae. Versus interiorem frondis, hic illic occurrunt cellulae minores 20-50 μ latae, irregulariter stellatae aut rotundatae et processubus praeditae, cellulas glandulares saepe plures (vulgo 2-3) subsphaericas aut obovoideas, 10-30 μ longas, gerentes.

Fig. 32. — *Botryocladia Boergesenii* J. Feldm. (réduit de 1/4).

Tetrasporangia in strato corticali evoluta, sphaeroidea, cruciatim divisa, 35-40 μ diam. Cystocarpia et antheridia ignota.

Cum Botryocladia microphysa (Hauck) Kylin, cui facie similis est, sed ab eo differt statura minori cellularumque glandularium defectu, comparanda.

Habitat in Mari Mediterraneo ad oras Galliae in litore Ruscinonensi nec non ad oras Africae borealis in Algeria, saepe Lithothamniaceis affixa ad altitudinem 17-30 m infra superficiem maris. Aestate viget.

Source MNHN Paris

J'ai dragué assez fréquemment, en été, à Banyuls, par 17 à 30 mètres de fond, un petit *Botryocladia* généralement épiphyte sur les Lithothamniées, que j'avais d'abord rapporté au *B. microphysa* (Hauck) Kylin, mais qui m'en paraît distinct par sa taille plus grande et la présence de cellules glandulaires qui font défaut dans l'espèce découverte par HAUCK (fig. 32).

Je propose de nommer cette espèce *B. Boergesenii* en l'honneur de M. le Dr Fr. BORGESEN, de Copenhague, qui a étudié à plusieurs reprises les *Botryocladia* et les *Chrysymenia* et souligné l'importance systématique de la présence et de la répartition des cellules glandulaires.

Le *B. Boergesenii* est fixé au substratum par un petit disque d'où s'élève un stipe filiforme généralement unique, long de 2 à 7 mm. et à structure parenchymateuse. Ce stipe est généralement simple, plus rarement il porte une ou deux ramifications dichotomiques ou latérales. Ce stipe ou ces ramifications portent à leur extrémité supérieure une vésicule subsphérique ou ovoïde atteignant, dans les plus grands individus observés, 7 mm. de long. Ces vésicules, de couleur rose assez clair et de consistance molle, sont creuses et constituées de deux assises cellulaires. L'assise externe est formée de cellules polygonales irrégulières, mesurant généralement 8-12 μ de large, mais atteignant parfois 20 μ. Ces cellules ne constituent pas une assise continue, mais elles sont disposées comme dans les *B. microphysa* (Hauck) Kylin, *B. pyriformis* (Børgs.) Kylin, etc., et forment un réseau irrégulier cachant les cloisons des grandes cellules internes dont elles laissent voir la partie centrale (fig. 33, *A*, *B*). Les cellules de l'assise interne sont plus grandes, polygonales, et mesurent 60-100 μ de long. Sur leur face interne, certaines d'entre elles portent des cellules de plus petite taille faisant saillie dans la cavité de la fronde; ces cellules sont de formes très variables, tantôt irrégulièrement étoilées, tantôt arrondies et pourvues de prolongements cylindriques; elles mesurent 20-50 μ de large. Elles portent des cellules glandulaires au nombre de 2 à 4 (rarement une seule), sphériques ou ovoïdes, mesurant 10-30 μ de long (fig. 34).

Tous les échantillons récoltés aux environs de Banyuls étaient stériles. J'ai observé les tétrasporanges sur des échantillons dragués en mai, aux environs de Castiglione (Algérie) par le Dr DIEUZEIDE; ceux-ci sont subsphériques, à division cruciée, et mesurent 35-40 μ de diamètre; ils sont irrégulièrement répartis dans le tissu externe de la fronde (fig. 33, *A*). Exceptionnellement, j'ai observé un tétrasporange dont le contenu s'était divisé un grand nombre de fois (sans doute en 16) et constituait donc un polysporange.

Source : MNHN, Paris

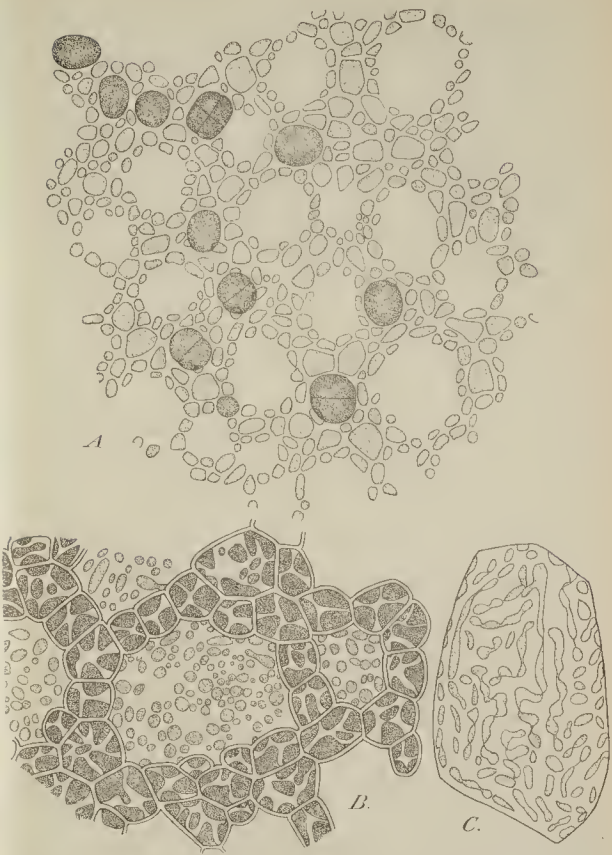


Fig. 33. — *Botryocladia Boergesenii* J. Feldm. : *A*, cellules externes vues de face montrant leur disposition aréolée et la position des tétrasporanges; *B*, cellules externes vues à un plus fort grossissement montrant la forme de leurs plastes ainsi que celui des cellules internes sous-jacentes; *C*, cellule interne vue par la face interne montrant la forme des plastes. *A* × 267; *B*, C × 700.

Source MNHN Paris

Comme on le voit par cette description, le *B. Boergesenii* se rapproche beaucoup du *B. microphysa*, mais s'en distingue facilement par sa taille plus grande et la présence de cellules glandulaires. Par sa forme et la présence de cellules glandulaires, il se rapproche également du *B. Kuckuckii* (Weber v. Bosse) comb. nov. (*Chrysymenia Kuckuckii* Weber van Bosse) de l'océan Indien, mais il s'en distingue nettement par sa taille plus réduite et son tissu externe aréolé. Par ce dernier caractère, il est à rapprocher du *B. pyriformis* (Børgs.) Kylin des Antilles, qui en diffère par le mode de ramification de sa fronde. La situation et la forme souvent étoilée des cellules glandu-

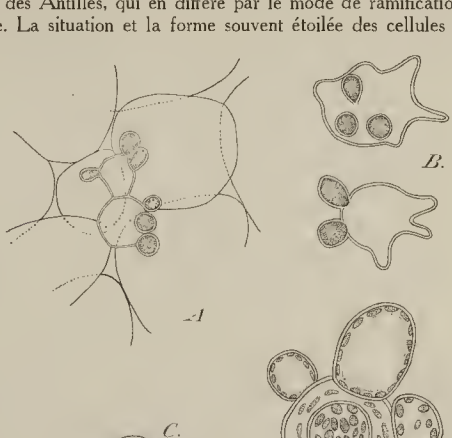


Fig. 34. — *Botryocladia Boergesenii* J. Feldm. Disposition des cellules sécrétrices sur leur petite cellule support : *A*, échantillon de Banyuls, × 267; *B*, échantillon de Castiglione (Algérie), × 267; *C*, *D*, échantillon de Banyuls × 700.

laires rappellent celles que l'on rencontre dans le genre *Coelarthron* Børgesen (cf. BØRGESEN, Mar. Algae Danish W., I., II, 1915-1920, p. 404, fig. 390-391) et soulignent les liens qui unissent ce genre au genre *Botryocladia*, malgré la morphologie externe très différente de ces deux genres.

La forme des chromatophores est assez variable chez le *B. Bør-*

Source: MNHN, Paris

gesenii, et l'on observe des différences analogues à celles signalées par KUCKUCK chez le *B. microphysa* (Kuckuck, 1912, Pl. XIII, fig. 12-13).

Dans les petites cellules corticales, les chromatophores sont de taille relativement grande, assez peu nombreux dans chaque cellule et fortement pigmentés.

Dans les grandes cellules de l'assise interne, les chromatophores sont plus nombreux, plus petits et beaucoup moins colorés; de plus, leur forme varie selon leur situation dans la cellule; ceux situés contre la face externe de celle-ci sont arrondis, alors que ceux placés contre la face interne se présentent sous l'aspect de filaments moniliformes irréguliers et de couleur très pâle (fig. 33, *B*, C).

Les cellules glandulaires, ainsi que les cellules irrégulières qui les portent, contiennent également des chromatophores à peine colorés et de petite taille (fig. 34).

LOC. : Cap Béar, cap l'Abeille, cap Rederis, cap Cerbère.
DISTRIB. : Méditerranée occidentale (côte du Roussillon, Algérie).

RHODYMENIA Greville, 1830

Rhodymenia Ardissonei J. Feldmann nom. nov.

Rhodymenia corallicola Ardissone, Florid. Ital., II, 1874, p. 55, tab IX (non *Gracilaria corallicola* Zanardini !). BORNET, Algues de Schousboe, 1892, p. 286. *Rhodymenia ligulata* Funk, Algenveget. Golfs von Neapel, 1927, p. 398, fig. 31, a (non *Rhodymenia ligulata* Zanardini !).

Sous le nom de *Rhodymenia corallicola*, ARDISSONE a décrit et figuré une algue assez commune en Méditerranée, qu'il croyait identique au *Gracilaria corallicola* Zanardini; aussi, adopta-t-il pour elle le nom spécifique proposé pour elle par ZANARDINI. Or, le *Gracilaria corallicola* Zan. et le *Rhodymenia corallicola* Ardiss. sont deux plantes bien distinctes, que j'ai observées toutes deux à Banyuls. A l'état vivant, elles ne peuvent être confondues, le *Rhodymenia corallicola* possédant des frondes minces et membraneuses, alors que celles du *Gracilaria corallicola* sont épaisses et charnues. Le nom de *Rhodymenia corallicola* ayant été créé pour le *Gracilaria corallicola* Zan., qu'ARDISSONE croyait identique à la plante à fronde membraneuse qu'il avait observée, ne peut donc être conservé pour cette espèce, que je propose de nommer dorénavant *Rhodymenia Ardissonei* nom. nov.

Cette espèce est assez fréquente toute l'année près du niveau, sous les surplombs ombragés et surtout en profondeur, entre 20 et 40 m. Rampant sur les concrétions coralligènes et les éponges, ou épiphyte sur les *Cystoseira*. Mes échantillons correspondent bien à ceux figurés par ARDISSONE et à ceux récoltés par SCHOUSBOE à Marseille.

Source MNHN, Paris

J'ai observé les tétrasporanges réunis en sores à l'extrémité des segments de la fronde au mois de novembre.

Cette espèce a été réunie par divers auteurs au *Rhodymenia ligulata* Zanardini de l'Adriatique.

A en juger par les échantillons de cette espèce, récoltés par MENEGHINI et conservés dans l'herbier MONTAGNE, et ceux récoltés par HAUCK dans l'herbier THURET, il semble bien que cette algue, dont KÜTZING a donné une excellente figure sous le nom de *Sphaerococcus ligulatus* Kützing (Tab. Phyc., XVIII, tab. 96, fig. a-b), soit différente par sa taille et sa ramification du *R. Ardissonei*.

LOC. : Roche Cardinalane, cap Béar, cap du Troc, cap l'Abeille, cap Peyrefite, cap Cerbère.

DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Tanger. Signalé également en Angleterre (BATTERS).

Champiaceae

LOMENTARIA Lyngbye, 1819

Lomentaria articulata (Hudson) Lyngbye

KÜTZING, Tab. Phyc., t. XV, tab. 85. BLIDING, Stüd über Florideenordnung Rhodymeniales, 1928, p. 41. NEWTON, Handb. British seaweeds, 1931, p. 437, fig. 262.

Très rare et de petite taille, entre 10 cm. et 2 mètres de profondeur, sous les surplombs battus.

Observé en hiver, au printemps et en été.

Tétrasporanges en février.

LOC. : Ginestère, cap du Troc.

DISTRIB. : Méditerranée occidentale, Atlantique nord (des Féroé aux Canaries).

Lomentaria linearis Zanardini

KÜTZING, Tab. Phyc., XV, tab. 85, fig. c-d. ZANARDINI, Icon. phyc. adriat., II, p. 161, tav. 79. *Lomentaria articulata β linearis* Zanardini. FUNK, Algenveget. Golfs von Neapel, 1927, p. 401, fig. 34. *Chrysymenia phalligera* J. Agardh, Algae mar. Médit., 1842, p. 110 (non *Lomentaria phalligera* Kützing !). *Chrysymenia articulata β linearis* (Zanard.) Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 156.

Assez abondant entre 20 et 30 m. de profondeur, formant, en été, de grosses touffes hautes de 15 cm., enchevêtrées et à ramules souvent soudés entre eux. Fixé sur les Lithothamniées et sur le *Cystoseira spinosa*.

Espèce estivale, surtout abondante de juin à septembre.

J'ai récolté fin mars de jeunes individus hauts de 1 à 2 centimètres. Tous mes échantillons sont stériles.

Cette algue a été parfois considérée, à tort, comme une variété du *L. articulata*. Elle en est bien différente pas son aspect et sa structure, en particulier par son tissu cortical, beaucoup plus lâche et à cellules plus petites que celui du *L. articulata*.

Source : MNHN, Paris

Loc. : Cap Béar, cap l'Abeille.
Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique.

Lomentaria clavellosa (Turner) Gaillon

Le Jolis, Algues de Cherbourg, 1864, p. 132. Kylin, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 26. K. Rosenvinge, Mar. Algae of Denmark, IV, 1931, p. 583, fig. 581-586. *Chrysymenia clavellosa* Harvey, Phyc. Brit., pl. 114. *Chondrothamnion clavellosum* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 81. *Chylocladia clavellosa* (Turner) J. Ag., Funk, Algenveget. Golfs von Neapel, 1927, p. 404, fig. 35, a. *Chondrothamnion confertum* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 81, fig. e, f.

Assez fréquent, en hiver, sur les rochers ou épiphyte sur le *Peyssonnelia Squamaria*, près du niveau, sous les surplombs ou dans les cuvettes ombragées, dans les stations assez battues. Rare en profondeur, par 20 à 30 mètres.

Mes échantillons sont de très petite taille; beaucoup, bien que fertiles, n'atteignent pas 1 centimètre de haut. Ils correspondent tout à fait au *Chondrothamnion confertum* Meneghini (Erbar. Critt. Ital., I, n° 214) dont j'ai vu des échantillons dans l'herbier Thuret, récoltés par de Notaris près de Gênes et à Naples par von Solms-Laubach.

Cette forme, qui coexiste dans la Méditerranée avec la forme type de l'espèce, que j'ai récoltée dans la darse de Villefranche, constitue peut-être une espèce distincte, ou tout au moins une variété remarquable : *L. clavellosa* var. *conferta* (Meneghini) comb. nov.

Cystocarpes et tétrasporanges observés en hiver (janvier, février).

Loc. : Cap du Troc, cap l'Abeille, cap Cerbère
Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Atlantique nord (des Féroé au Maroc).

Lomentaria uncinata Meneghini

Kylin, Florid. Rhodymeniales, 1931, p. 26. *Chylocladia uncinata* Zanardini, Icon. phyc. Adriat., II, p. 9, tab. 43. Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 153. *Chondrosiphon uncinatus* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 79 (?). *Chondrosiphon Meneghinianus* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 80, fig. f-h.

Très rare dans la région de Banyuls. Observé une seule fois, dragué par 25-30 m. en juin.

Loc. : Cap l'Abeille.
Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique, côtes atlantiques de l'Amérique du Nord.

CHAMPIA Desveaux, 1808

Champia parvula (C. Agardh) Harvey

Bliding, Stud. üb. Florideenordnung Rhodymeniales, 1928, p. 5. Kylin, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 28. *Chylocladia parvula* (Ag.) Hooker, Harvey, Phyc. Brit., pl. 210. Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 157. *Lomentaria parvula* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 87.

Source MNHN, Paris

Assez rare à Banyuls, observé seulement en dragage entre 20 et 25 mètres.

Fertile (Cystocarpes) en juin.

Loc. : Cap Béar, cap l'Abeille.

Distrib. : Méditerranée, Atlantique nord (de l'Angleterre aux Canaries), Amérique du Nord, Antilles.

CHYLOCLADIA Greville, 1833

Chylocladia Kaliformis (Good. et Woodw.) Greville

Harvey, Phyc. Brit., p. 145. Kylin, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 29. K. Rosenvinge, Mar. Algae of Denmark, IV, 1931. p. 377, fig. 572-580. *Castroclonium kaliforme* Ardissone, Florid. Ital., II, 2, p. 25. *Lomentaria kaliformis* Gaillon. Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 86, fig. a-c. Hauck, Meeresalgen, 1885, p. 200, fig. 87.

Assez fréquent près du niveau, dans les stations abritées, en hiver, au printemps et au début de l'été, épiphyte sur diverses algues. Vit également en profondeur, par 15-25 mètres de fond. Cystocarpes et tétrasporanges observés en mai et juin.

Loc. : Cap Béar, cap Doune, île Grosse, cap du Troc.

Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Atlantique nord (de la Suède aux Canaries).

Chylocladia squarrosa (Kützing) Le Jolis

Kylin, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 30. *Lomentaria squarrosa* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 90, a-c. *L. phalligera* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 91, fig. c-g (non J. Agardh). *L. kaliformis β squarrosa* Hauck, 1885, p. 201. *Gastroclonium squarrosum* (Kütz.) J. Agardh, Funk, Algenveget. Golfs von Neapel, 1927, p. 407, fig. 36, c.

Plus rare que le précédent, vit dans les mêmes stations, près du niveau et en profondeur, par 20 mètres. Les échantillons dragués, d'aspect un peu différent de ceux de surface, correspondent bien au *Lomentaria phalligera* Kützing (non J. Agardh). Tétrasporanges observés en janvier et juin.

Loc. : Cap Doune, cap du Troc, cap l'Abeille.

Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique, Atlantique (de la Suède aux Canaries).

GASTROCLONIUM Kützing, 1843

Gastroclonium clavatum (Roth) Ardissone

Ardissone, Phyc. medit., I, 1883, p. 322. Kylin, Florideenordnung Rhodymeniales, 1931, p. 30. *Gastroclonium salicornia* Kützing, Tab. Phyc., t. XV, tab. 100, fig. a-c. *Lomentaria clavata* (Roth) J. Agardh. Hauck, Meeresalgen, 1885 p. 202. *Chylocladia clavata* (Roth) Bliding, Rhodymeniales, 1928, p. 38.

Assez fréquent au printemps et au début de l'été, sur les rochers assez battus près du niveau, formant de petites touffes iridescentes parmi les Corallines ou sous les *Cystoseira mediterranea*, remonte parfois dans l'étage littoral, au niveau du *Nemoderma tingitanum*.

Jeunes individus récoltés en janvier. Bien développé en avril-mai. Disparaît en août. Tétrasporanges observés en juin, juillet et août.

Loc. : Collioure, cap Béar, cap Casteil, île Grosse, cap Doune, cap du Troc.

Distrib. : Méditerranée occidentale, Adriatique.

Source MNHN Paris

Cyanophycées des Iles Bonaire, Curaçao et Aruba

d'après les récoltes de M. Wagenaar HUMMELINK (Utrecht) en 1930

Par l'Abbé P. FRÉMY

—:—

Les collections d'Algues faites en 1930, par M. WAGENAAR HUMMELINCK d'Utrecht, dans les îles Bonaires, Curaçao et Aruba, se divisent en trois lots : 1° Algues des lacs salants, 2° Algues marines, 3° Algues d'eau douce.

J'ai reçu pour les étudier, la majeure partie des Cyanophycées contenues dans les deux premiers lots et une très petite quantité de celles du troisième (1).

Une relation générale de l'exploration entreprise par M. HUMMELINCK a été publiée par celui-ci (*Zool. Jahrb.*, Bd. 64, H. 3-5, 1933) sous le titre : Zoologische Ergebnisse einer Reise nach Bonaire, Curaçao und Aruba im Jahre 1930, n° 1, Reisebericht, mit 14

(1) Aux récoltes de M. HUMMELINCK étaient jointes un petit nombre d'autres faites en 1932 par H.-B.-C. SCHOTBORGH et Fr. M. REALINO.

Source MNHN Paris

Abbild, und 2 Karten im Text. On y trouve de nombreux renseignements sur la géologie, l'hydrographie, la zoologie, la flore et le climat de ces îles.

Ce travail sur les Cyanophycées comprend deux parties :

1° Listes des espèces par station;

2° Liste systématique de toutes les espèces observées.

I. *LISTES DES CYANOPHYCÉES OBSERVÉES DANS CHAQUE STATION*

A. — CYANOPHYCÉES DES LACS SALANTS

a) Bonaire (Ech. 1-43)

1. — Salinja paloe Lechi, 22-VIII-1930. — A small lake of oversalted seawater, in connection with the sea by a small wall of coral-shingle throughout wich seawater is filtering (About 30° C.) (1).

Pas de Cyanophycées.

2. — The same as 1.

Microcoleus chthonoplastes. — Trichomes épais de 7 μ, formés d'articles subcarrés ou un peu moins longs que larges, subparallèles; gaines muqueuses. Peu abondant.

3. — The same as 1 and 2; 28-VIII-1930.

Lyngbya aestuarii. — Trichomes épais de 19 μ en moyenne, cloisons granuleuses, gaines hyalines. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 4 μ. Peu abondant.

Ces Cyanophycées sont mélangées à diverses Chlorophycées (*Cladophora expansa, Chaetomorpha linum*) et à des Diatomées.

4. — The same as 1, 2 and 3; 28-VIII-1930.

? *Hydrocoleum comoides.* — Comme je n'ai trouvé qu'un seul trichome isolé, il me reste quelques doutes sur l'identification de cette

(1) Pour éviter toute erreur je me suis borné à transcrire les indications de stations telles qu'elles m'ont été communiquées.

Source MNHN, Paris

plante. Trichome épais de 20 μ, rétréci aux articulations. Très peu abondant.

Lyngbya confervoides. — Trichomes épais de 14 μ en moyenne, gaines minces. Peu abondant.

Lynbya infixa. — Trichomes épais de 2 μ. — Sur *Cladophora;* peu abondant.

Ces Cyanophycées sont mêlées à des Chlorophycées (*Cladophora expansa* et *Enteromorpha intestinalis*).

5. — The same as 4; 29-VIII-1930 (H.-B.-C. SCHOTBORGH coll.).

Lyngbya majuscula. — Très peu abondant (quelques filaments épars).

Microcoleus chthonoplastes. — Peu abondant et assez mal conservé, parmi des touffes de *Rhizoclonium Kochianum.*

6. — Salinja Martinus; 7-VI-1930. — Lake of a weak brine, separated from the sea by a broad wall of coral-shingle.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 5 μ en moyenne. Peu abondant.

Myxosarcina salina. — Cellules épaisses de 5-6 μ. Peu abondant.

7. — Salina Martinus (the same as 6) ; 31-X-1930.— Masses muqueuses, plus ou moins érugineuses.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 3 μ seulement, en moyenne, assez serrées. Abondant.

Aphanocapsa marina. — Cellules épaisses de 0,5 μ en moyenne. Assez abondant.

Aphanothece pallida. — Petites masses plus ou moins sphériques, assez souvent entourées d'un tégument, formées de cellules mesurant 5 × 11 μ. Assez abondant.

Aphanothece minor n. sp. — Petites masses muqueuses, cellules mesurant 1,5 × 3 μ. Peu abondant.

Myxosarcina salina. — Cellules épaisses de 5-8 μ, groupées en nombre parfois assez élevé. Abondant.

Phormidium tenue. — Trichomes épais de 1-1,6 μ, cloisons invisibles, apex droit. Peu abondant.

Source: MNHN, Paris

Oscillatoria Lloydiana. — Trichomes épais de 8-9 μ. Assez abondant.

Oscillatoria laetevirens. — Trichomes épais de 4 μ. Assez abondant.

Oscillatoria chalybea. — Trichomes épais de 9 μ. Assez abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 4 μ en moyenne. Peu abondant.

8. — Salina Martinus (the same as 7). H.-B.-C. SCHOTBORGH coll.; 29-VIII-1930.

Aphanocapsa littoralis. — Assez abondant.

Aphanothece pallida. — Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Assez abondant.

Oscillatoria tenuis. — Trichomes épais de 5 μ, protoplasma très granuleux. Assez abondant.

Oscillatoria Lloydiana. — Trichomes épais de 8-9 μ. Assez abondant.

Spirulina subsalsa. — Peu abondant.

Spirulina labyrinthiformis. — Spires n'ayant pas 3 μ de large. Peu abondant.

9. — Pekelmeer, North of Witte Pan; 7-IX-1930.

Echantillon mal conservé dans lequel je n'ai pu déterminer aucune Cyanophycée.

10. — Pekelmeer, North of Witte Pan, 36° C. (The same as 9).

Aphanothece pallida. — Cellules mesurant 5,4 × 13 μ. Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Assez abondant.

11. — Pekelmeer, 31° C., the same as 10; 29-VIII-1932 (H.-B.-C. SCHOTBORGH coll.).

Aphanothece pallida. — Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Assez abondant.

Source: MNHN, Paris

Microcoleus tenerrimus. — Trichomes plus ou moins dissociés en articles séparés. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Peu abondant.

12. — Pekelmeer, East of Witte Pan; 7-IX-1930. West shore of a large lake of pretty strong brine, separated from the sea by a broad wall of coral-shingle. This find-spot is less concentrated because seawater is filtering through.

Gloeocapsa crepidinum. — Très peu abondant.

Myxosarcina salina. — Assez abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Très peu abondant.

Phormidium tenue. — Quelques filaments épars seulement.

13. — Pekelmeer, East of Witte Pan; 7-IX-1930. The same as 12.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules larges de 4-5 μ. Peu abondant.

Aphanocapsa ? marina. — Cellules plus grosses que chez le type (ayant 1 μ de diamètre en moyenne) : fa. *major* mihi. Peu abondant.

Aphanothece pallida. — Assez abondant.

Chroococcus minutus. — Peu abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Peu abondant.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 5-6 μ. Peu abondant.

Phormidium fragile. — Trichomes onduleux, épais de 1,5 μ, rétrécis aux articulations. Peu abondant.

14. — Pekelmeer, Witte Pan; 7-IX-1930. From a very concentrated salt-pan.

Aphanocapsa marina. — Cellules ayant moins de 1 μ de diamètre. Peu abondant.

Gloeocapsa crepidinum. — Téguments en partie jaunes, en partie hyalins. Peu abondant.

Entophysalis granulosa. — Téguments d'un jaune doré. Peu abondant.

Myxosarcina salina. — Abondant.

Source: MNHN, Paris

15. — Pekelmeer, Witte Pan; 7-IX-1930. From a brine-pool, crowded with *Artemia*.

Myxosarcina salina. — Forme jeune. Peu abondant.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 5 μ; articles très courts. Peu abondant.

16. — Pekelmeer, South-West of Witte Pan; 29-VIII-1932. The same as 12, 30° (C. H.-B.-C. SCHOTBORGH coll.).

Myxosarcina salina. — Peu abondant.

Pleurocapsa entophysaloides. — Abondant.

Lyngbya aestuarii. — Assez abondant.

17. — Pekelmeer, North of Orange Pan; 7-IX-1930. In sea-water, flowing gently through a wall of coral-debris (into the brine-lake Pekelmeer).

Aphanocapsa marina. — Cellules très serrées, ayant 0,5 μ de diamètre. Peu abondant.

Aphanocapsa concharum. — Cellules érugineuses, assez serrées, ayant 2 μ de diamètre. Sur débris de coraux. Peu abondant.

Entophysalis granulosa. — Cellules ayant 3-4 μ de diamètre en moyenne, téguments incolores ou jaunes-brunâtres. Sur débris de coraux, assez abondant.

Pleurocapsa entophysaloides. — Plante parfaitement caractérisée. Sur les pierres, assez abondant.

Microcoleus tenerrimus. — Trichomes épais de 2 μ, gaines complètement dissoutes. Peu abondant.

Lyngbya confervoides. — Trichomes épais de 10 μ, gaines minces, très réfringentes; sur quelques trichomes, les articles sont complètement dissociés (forme *Johannesbaptistia* J.-B. DE TONI). Abondant.

Lyngbya semiplena. — Trichomes épais de 5-12 μ, coiffe très nette, gaines très minces. Dans les touffes de *L. confervoides*. Assez abondant.

Phormidium tenue. — Trichomes épais de 1 μ, apex droit. Peu abondant.

Source MNHN Paris

Calothrix scopulorum. — Parmi les *Entophysalis.* Très peu abondant.

18. — Pekelmeer, North of Oranje Pan; 7-IX-1930.

Aphanocapsa marina. — Cellules ayant moins de 1 μ de diamètre. Assez abondant.

Aphanocapsa littoralis var. *macrococca.* — Cellules larges de 6-7 μ. Peu abondant.

Aphanothece pallida. — Mêmes caractères que dans le n° 5. Assez abondant.

Chroococcus turgidus. — Cellules larges de 14 μ en moyenne sans leur tégument, de 28 μ en moyenne avec leur tégument. Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Assez abondant.

Gloeocapsa crepidinum. — Téguments d'un jaune plus ou moins foncé. Peu abondant.

Phormidium molle. — Trichomes dépourvus de gaines, épais de 3 μ en moyenne, articles subcylindriques, un peu plus longs que larges. Peu abondant.

Lyngbya semiplena. — Trichomes épais de 5-10 μ, plus ou moins capités, articles très courts. Peu abondant.

19. — Pekelmeer, Orange Pan, the same as 18, 29° C; 29-VIII-1932 (H.-B.-C. SCHOTBORGH coll.).

Aphanocapsa littoralis var. *macrococca.* — Cellules larges de 6-7 μ. Peu abondant.

Aphanocapsa marina. — Cellules n'ayant pas 1 μ de diamètre. Peu abondant.

Aphanothece pallida. — Assez abondant.

Chroococcus turgidus. — Cellules larges de 14 μ environ sans leur tégument, de 28 μ avec leur tégument. Peu abondant.

Glieocapsa crepidinum. — Peu abondant.

Myxosarcina salina. — Assez abondant.

Lyngbya semiplena. — Trichomes épais de 5-10 μ, formés d'articles très courts, nettement capités. Peu abondant.

Source MNHN Paris

Phormidium molle. — Trichomes épais de 3 μ, articles un peu plus longs que larges, rétrécis aux articulations, subcylindriques; gaines disparues. Peu abondant.

20. — Pekelmeer, Orange Pan; 27-X-1930. In a shallow pool of concentrated seawater, filtering through a very broad wall of coral-debris (into the salt-pans of Orange Pan).

Aphanocapsa littoralis. — Cellules larges de 5 μ en moyenne. Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Assez abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Assez abondant.

Lyngbya aestuarii. — Forme grêle, à gaines minces mais parfois colorées en jaune. Assez abondant.

Spirulina labyrinthiformis. — Peu abondant.

21. — Pekelmeer, Orange Pan; 29-VIII-1932. The same as 20, 30° C. (H.-B.-C. SCHOTBORGH coll.).

Chroococcus turgidus. — Cellules épaisses de 15 μ sans leur tégument, de 28 μ avec leur tégument; téguments non lamelleux. Assez abondant.

Lyngbya aestuarii. — Très peu abondant.

Lyngbya semiplena. — Trichomes épais de 6 μ en moyenne. Peu abondant.

Lyngbya Holdenii fa *minor* mihi. — Trichomes épais de 2,5 μ seulement. Sur *Calothrix scopulorum.* Assez abondant.

Lyngbya sp. — A l'état *Johannesbaptistia* (= *Cyanothrix* Gardner). Cellules larges de 5, 4, 6, 1, 13, 5, 17 μ. Assez abondant.

Oscillatoria Bonnemaisonii. — Trichomes épais de 18 μ. Peu abondant.

Oscillatoria corallinae. — Trichomes épais de 6 μ. Peu abondant.

Spirulina labyrinthiformis. — Spires épaisses de 2,5 μ. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 4 μ. Peu abondant.

Spirulina Meneghiniana. — Spires absolument régulières épaisses de 3,5 μ. Peu abondant.

Source: MNHN, Paris

Calothrix scopulorum. — Trichomes épais de 15 μ, poils souvent tombés, filaments très longs, gaines hyalines ou jaunes. Assez abondant.

Parmi ces Cyanophycées se trouvent aussi quelques *Peridinium.*

22. — Salina Plenchi; 3-XII-1930. In a shallow lake of concentrated seawater.

Des *Batophora*, pas de Cyanophycées.

23. — Salina Plenchi; 3-XII-1930; the same as 22.

Des *Batophora*, pas de Cyanophycées.

24. — Salina Plenchi; 3-XIII-1930; the same as 22 and 23.

Chroococcus turgidus. — Cellules ayant, sans leur tégument, jusqu'à 25 μ de large. Assez abondant.

Chroococcus minutus. — Peu abondant.

Gloeocapsa crepidinum. — A tous stades de développement et avec nanocytes. Assez abondant.

25. — Salinja Planchi; 1-IX-1932; 30° C.; the same as 24 (H.-C.-B. SCHOTBORGH coll.).

Chroococcus turgidus. — Cellules ayant jusqu'à 30 μ de large. Assez abondant.

Entophysalis granulosa. — Abondant et parfaitement développé.

Myxosarcina salina. — Abondant et parfaitement développé.

Microcoleus chthonoplastes. — Peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Forme grêle, à gaines brunâtres. Peu abondant.

26. — Salinja Flambaai; 1-IX-1932. In a lake of weak brine (H.-C.-B. SCHOTBORGH coll.).

Aphanothece pallida. — Peu abondant.

Entophysalis granulosa. — Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Très beau et abondant.

Lyngbya confervoides. — Peu abondant.

Source MNHN, Paris

27. — Goto, salinja Grandi; 27-V-1930. In a lake of pretty strong brine. 34,8° C.

Lyngbya infixa. — Sur débris divers. Peu abondant.

Spirulina subsalsa var. *genuina.* — Spires épaisses de 4 μ. Peu abondant.

28. — Goto, Salinja Grandi; 27-V-1930; 34,8° C. The same as 27.

Aphanocapsa marina. — Peu abondant.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules peu serrées, épaisses de 5 μ. Peu abondant.

Aphanothece pallida. — Cellules épaisses de 5-8 μ, jusqu'à deux fois plus longues avant leur division, parfois parfaitement cylindriques avec bouts arrondis. Assez abondant.

Gloeocapsa crepidinum. — Cellules épaisses de 5 μ, en moyenne, à téguments d'un beau jaune doré. Peu abondant.

Myxosarcina salina. — Peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Trichomes épais de 10 μ en moyenne. Peu abondant.

Phormidium tenue. — Trichomes épais de 1,5 μ, apex droit. Abondant.

Oscillatoria laetevirens. — Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 54-6 μ, trichomes épais de 2,7-3 μ (mélange du type et de la var. *crassior* Virieux). Abondant.

29. — Goto, Salinja Grandi; 30-VIII-1932; 31° C. The same as 28 (H.-C.-B. SCHOTBORGH coll.).

Oscillatoria sp. — Specimen mancum.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 3-5 μ. Assez abondant.

30. — Goto, Lagoen, Rooi Riscado; 26-VIII-1930. In salt (weak) water, on the place were fresh (or brackish) water is filtering into the pretty strong brine of the lake Goto; with *Enteromorpha flexuosa* Ag.

Entophysalis granulosa. — Assez abondant.

Source: MNHN, Paris

Pleurocapsa crepidinum. — Avec sporanges. Abondant.

Lyngbya confervoides. — Trichomes épais de 8 μ, gaines minces. Peu abondant.

Amphithrix violacea fa *aeruginea* mihi. Filaments épais de 2 μ, trichomes très peu toruleux, poils souvent tombés. Ne diffère du type que par sa couleur érugineuse au lieu de violacée. Abondant.

31. — Goto, Lagoen, Rooi Riscado; 26-VIII-1930. In places where brackish water is filtering in brine; with *Enteromorpha flexuosa* and *E. prolifera.*

Pas de Cyanophycées.

32. — Goto, Lagoen; 26-VIII-1930. In places where seawater is filtering through a broad wall of coral-debris; with *Enteromorpha flexuosa* and *Rhizoclonium Kochianum.*

Aphanocapsa marina. — Cellules ayant moins de 1 μ de diamètre. Assez abondant.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 4 μ, peu serrées. Assez abondant.

Aphanothece pallida. — Cellules assez serrées, épaisses de 5-6 μ, jusqu'à deux fois plus longues. Assez abondant.

Chroococcus turgidus. — Cellules larges de 10 μ sans leur tégument, téguments peu épais. Assez abondant.

Lyngbya confervoides. — Trichomes épais de 10-11 μ. Peu abondant.

33. — Goto, Lagoen; 26-VIII-1930, with *Enteromorpha flexuosa* and *E. prolifera.* The same as 32.

Lyngbya confervoides. — Trichomes épais de 11 μ. Peu abondant.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 4 μ. Assez abondant.

Lyngbya infixa. — Trichomes épais de 2 μ. Sur les *Enteromorpha.* Assez abondant.

Ces trois *Lyngbya* se trouvent souvent, en cet échantillon, à l'état *Johannesbaptistia* (= *Cyanothrix* Gardner).

34. — Goto, Lagoen; 30-VIII-1932; the same as 33 (H.-C.-B. SCHOTBORGH coll.). Masses muqueuses dans lesquelles les Algues sont en partie décomposées.

Chroococcus turgidus. — Cellules larges de 15 μ sans leur tégument, de 25 μ avec leur tégument. Assez abondant.

Gloeocapsa crepidinum. — Téguments cellulaires hyalins ou jaunes. — Assez abondant.

Gomphosphaeria aponina. — Cellules très nettement cordiformes. Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Peu abondant.

Lyngbya confervoides. — Peu abondant.

Lyngbya lutea. — Peu abondant.

Lyngbya Dangeardi. — Filaments épais de 2 μ à peine, articles carrés ou plus longs que larges, gaines ne bleuissant pas sous l'action du chloroiodure de zinc. Sur les filaments des autres *Lyngbya*. Assez abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 4-5 μ. Peu abondant.

35. — Salinja Tam; 23-XI-1930. In a lake of a weak brine, along the wall of coral-debris. Masses muqueuses translucides.

Aphanothece pallida. — Cellules larges de 6 μ, 1,5 fois plus longues, plus ou moins serrées et réunies en masses informes. Abondant.

Lyngbya mucicola. — Trichomes épais de 1,5 μ, cellules plus longues que larges, cloisons bordées de 2 granules réfringents. Assez abondant.

Spirulina subsalsa. — Peu abondant.

Spirulina labyrinthiformis. — Très peu abondant.

36. — Salinja Tam; 30-VIII-1932, 31° C. (H.-B.-C. SCHOTBORGH coll.). The same as 35.

Aphanocapsa salina. — Cellules épaisses de 1 μ. Abondant.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 5 μ, peu serrées. Peu abondant.

Aphanothece pallida. — Cellules mesurant 6 × 10 μ. Assez abondant.

Phormidium fragile. — Trichomes épais de 1,5 μ, toruleux, épars. Peu abondant.

Source: MNHN Paris

Phormidium tenue. — Trichomes épais de 1,5 μ, non toruleux, épars. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 4 μ. Peu abondant.

37. — Salinja Slagbaai; 8-IX-1930; with *Cladophora fracta.* In concentrated seawater, filtering through a broad wall of coral-debris into a lake of brine.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 5 μ. Peu abondant.

Lyngbya infixa. — Sur débris divers. Très peu abondant.

Phormidium tenue. — Trichomes épais de 1,8 μ, apex droit, à peine atténué. Très abondant.

Spirulina subsalsa. — Très peu abondant.

38. — Salinja Foenshi; 9-IX-1930. In concentrated seawater, filtering through a broad wall of coral-debris, among *Enteromorpha flexuosa.*

Microcoleus chthonoplastes. — Trichomes épais de 5 μ, réunis en grand nombre dans la même gaine; très beaux échantillons. Assez abondant.

Hydrocoleum lyngbyaceum fa *typica.* — Trichomes épais de 9 μ, gaines bien visibles, assez fermes. Sur *Enteromorpha.* Assez abondant.

Lyngbya aestuarii. — Trichomes épais de 20 μ en moyenne, gaines minces et hyalines. Peu abondant.

Phormidium tenue. — Trichomes épais de 1,5 μ, apex droit. Peu abondant.

Oscillatoria laeteviriens. — Trichomes épais de 3,5 μ. Peu abondant.

Spirulina subsalsa fa *genuina.* — Spires épaisses de 4 μ. Peu abondant.

39. — Salina Foenshi; 9-IX-1930. The same as 38, found dried on the rocks above the waterline.

Pas de Cyanophycées déterminables.

40. — Salinja Foenshi; 30-VIII-1932. Shore of concentrated seawater lake, 30° C. (H.-C.-B. SCHOTBORGH coll.).

Xenococcus cladophoræ. — Cellules de forme et de taille très variables; souvent des endospores. Assez abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Assez abondant.

Lyngbya aestuarii. — Forme grêle, à gaines minces et le plus souvent hyalines; trichomes souvent divisés en hormogonies. Assez abondant.

Lyngbya majuscula. — Petite forme à gaines minces, cloisons non granuleuses. Peu abondant.

Lyngbya confervoides. — Trichomes épais de 10 μ. Peu abondant.

Lyngbya infixa. — Trichomes épais de 1,6 μ. Sur les autres *Lyngbya*. Peu abondant.

41. — Salinja Bartol; 9-IX-1930. Growing on stones, etc., in a weak brine, along the wall of coral-debris. Masses submuqueuses, d'un vert érugineux pâle à l'intérieur, décolorées à l'extérieur.

Aphanocapsa littoralis. — Dans certaines colonies les cellules sont assez distantes, dans d'autres elles sont étroitement serrées. Assez abondant.

Chroococcus minutus. — Cellules larges de 6-7 μ sans leur tégument. Peu abondant.

Phormidium tenue. — Trichomes épais de 1,5 μ, droits ou onduleux, articles deux fois plus longs que larges, protoplasma homogène. Assez abondant.

Spirulina subtilissima. — Spires épaisses de 1,5-2 μ. Peu abondant.

Spirulina labyrinthiformis. — Spires tout à fait régulières, épaisses de 2 μ. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires épaisses de 3,5-4 μ. Peu abondant.

42. — Salinja Bartol; 9-IX-1930. The same as 41.

Phormidium tenue. — Assez abondant.

Spirulina subsalsa. — Assez abondant.

Nombreuses petites Diatomées.

43. — Salinja Bartol; 30-VIII-1932. Shore of a lake of weak brine (H.-C.-B. SCHOTBORGH coll.).

Source MNHN Paris

Myxosarcina salina. — Très peu abondant.

Microcoleus tenerrimus. — Trichomes épais de 2 μ; cellule apicale très aiguë, articles plus longs que larges. Peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Quelques filaments seulement.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 4,5 μ. Peu abondant.

b) Klein Bonaire (N° 44-52)

44. — Salinja Klein Bonaire; 9-VI-1930. Along the wall, in a lake of a weak brine; 32° C; with *Batophora Oerstedi.* Coussinets verdâtres ou noirâtres, gélatineux, larges, ayant parfois jusqu'à 3 cm. d'épaisseur.

Aphanocapsa Grevillei. — Cellules épaisses de 5,5 μ. Peu abondant.

Aphanothece nidulans. — Cellules mesurant 1 × 2,5-3 μ. Dans le mucus des autres algues. Assez abondant.

Gloeocapsa rupestris. — Très beaux échantillons; cellules larges de 10 μ sans leur tégument, téguments d'un jaune doré. Assez abondant.

Entophysalis samoensis. — Cellules épaisses de 3-4 μ sans leur tégument qui est légèrement lamelleux, d'un brun foncé un peu rougeâtre, groupées en familles gloeocapsoïdales (ressemblant d'assez près à celles de *Gloeocapsa Kützingiana*) réunies elles-mêmes en colonies incluses dans un tégument muqueux et hyalin. Très souvent, à l'intérieur des colonies, les cellules prennent une disposition nettement linéaire. Souvent aussi les colonies, et même les cellules se trouvent libres; celles-ci sortent alors fréquemment de leurs téguments et il n'est pas rare de trouver des téguments encore accolés entre eux mais vidés de leurs cellules ou n'en renfermant plus qu'un très petit nombre. Les cellules nues se groupent fréquemment en séries linéaires, parce que sans doute leur division se fait d'abord dans le seul sens transversal; elle se divisent ensuite dans le sens longitudinal de la série. On peut alors observer des apparences de *Pleurocapsa cuprea.* Puis, les divisions continuant et les téguments se formant, on a le type parfait d'*Entophysalis.* Les échantillons de Slinja Klein Bonaire sont particulièrement beaux. Ils forment, sur la roche, un enduit mince, cartilagineux, lisse et noirâtre. Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Très peu abondant.

SCAN 6 MNHN Paris

Microcoleus chthonoplastes. — Plante parfaitement caractérisée. Très peu abondant.

Microcoleus Sanctae-Crucis. — Echantillons entièrement conformes au type de Sainte-Croix. Peu abondant.

Microcoleus Sanctae-Crucis fa. *Bonairensis* n. fa. mihi. — Cette plante diffère du type par des gaines plus amples, très finement striées en longueur et par la disposition des trichomes qui sont moins serrés à l'intérieur de la gaine. Ces différences doivent trouver leur explication dans ce fait que la station de Klein Bonaire est moins ensoleillée et surtout moins sèche que celle de Sainte-Croix. Dans un certain nombre de gaines, les trichomes sont peu nombreux et parfois même solitaires; dans ce cas la plante pourrait être confondue avec un *Schizothrix*. Mais très souvent aussi le nombre des trichomes est assez élevé, il atteint jusqu'à 15.

Scytonema myochrous. — Très peu abondant : quelques filaments seulement, mais parfaitement caractérisés.

Scytonema velutinum. — Dans les masses de *Microcoleus Sanctae-Crucis*. La plante porte des conidies chroococcoïdales, comme à Sainte-Croix, mais moins nombreuses et moins développées. Ceci s'explique sans doute par les différences de station indiquées plus haut. Abondant.

En réalité, cet ensemble de Cyanophycées constitue une association, non de milieu saumâtre, mais de rochers suintants.

45. — The same as 44.

Même population cyanophycéale que dans l'échantillon 44.

46. — Salinja Klein Bonaire; 9-VI-1930. The same as 44 and 45, but in a part who was nearly dried up.

Pas de Cyanophycées déterminables.

47. — Salinja Klein Bonaire; 10-IX-1930. The same as 44.

Même population cyanophycéale que dans le n° 44, avec, en plus :

Schizothrix rubella. — Trichomes épais de 2,5 μ, souvent solitaires dans chaque gaine; gaines parfois très larges, striées longitudinalement. Dans un dépôt rougeâtre, un peu calcifié. Assez abondant.

48. — Salinja Klein Bonaire; 27-XI-1930. Along the wall of coral-debris, on stone, dead roots.

Aphanocapsa Grevillei. — Cellules épaisses de 4 μ en moyenne. Peu abondant.

Source : MNHN, Paris

Aphanocapsa muscicola. — Cellules épaisses de 2 μ. Très peu abondant.

Aphanothece pallida. — Cellules épaisses de 5 μ, 1,5-3 fois plus longues que larges. Assez abondant.

Chroococcus turgidus. — Cellules épaisses de 10 μ sans leur tégument. Peu abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Très peu abondant.

Microcoleus Sanctae-Crucis fa. *Bonairensis.* — Mêmes caractères que dans le n° 44. Assez abondant.

Spirulina subtilissima. — Spires épaisses de 1,5 μ. Très peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Dans le mucus d'*Apahanothece pallida.* Gaines brunâtres. Très peu abondant : quelques filaments seulement.

49. — Salinja Klein Bonaire; 27-XI-1930. The same as 48.

Même population cyanophycéale que dans le n° 48.

50. — Salinja Klein Bonaire; 27-XI-1930. The same as 49.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 5 μ en moyenne. Peu abondant.

Aphanocapsa marina. — Cellules épaisses de 0,5 μ. Abondant dans des masses muqueuses.

Chroococcus schizodermaticus. — Cellules épaisses de 12-13 μ sans leur tégument, téguments jaunâtres et fortement lamelleux. Assez abondant.

Myxosarcina salina. — Peu abondant.

Pleurocapsa entophysaloides. — Parfaitement conforme à la diagnose et à la figure de Setchell, avec des gonidies. Assez abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Très peu abondant : quelques filaments seulement.

Lyngbya aestuarii. — Petites masses noirâtres, trichomes épais de 16 μ, gaines jaunes-brunâtres. Peu abondant.

51. — Salinja Klein Bonaire; 27-XI-1930. Suspended in water from a lake of a weak brine.

Cet échantillon ne m'est pas parvenu.

Source: MNHN, Paris

52. — Salinja Klein Bonaire; 2-IX-1932. Shore of a lake of weak brine (H.-C.-B. SCHOTBORGH coll.).

Pleurocapsa entophysaloides. — Mêmes caractères que dans le n° 50. Peu abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Assez abondant.

Lyngbya aestuarii. — Forme grêle à gaines jaunes-brunâtres. Peu abondant.

c) Curaçao

53. — Salinja San Michel; 30-VIII-1932. Along the wall with filtering seawater (Fr. M. REALINO coll.). Among *Cladophora.*

Lyngbya lutea. — Trichomes ayant jusqu'à 6 μ d'épaisseur. Assez abondant.

Oscillatoria nigro-viridis. — Trichomes épais de 7-8 μ, protoplasma fortement granuleux. Très peu abondant.

B. — CYANOPHYCÉES MARINES

a) Klein Bonaire (N^os I-V)

I. — East shore of Klein Bonaire; 8-XI-1930. On a wooden craft, wrecked on the reef.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 5 μ, peu serrées. Peu abondant.

Hydrocoleum lyngbyaceum. — Trichomes ayant jusqu'à 19 μ d'épaisseur, gaines dissoutes. Sur le bois, assez abondant.

Calothrix scopulorum. — Filaments épais de 22 μ, trichomes épais de 14 μ; gaines hyalines ou jaunes, plus ou moins lamelleuses. Abondant.

II. — East shore of Klein Bonaire; 8-XI-1930. On a bottle cast ashore of sand.

Echantillon manquant.

III. — East shore of Klein Bonaire; 8-XI-1930. On sandy coral-debris.

Source MNHN Paris

Oscillatoria Bonnemaisonii. — Petite forme : trichomes épais de 18 μ seulement. Très peu abondant.

Calothrix scopulorum. — Peu abondant.

IV. — East shore of Klein Bonaire; 17-X-1930. On sandy coral-debris.
Pas de Cyanophycées.

V. — East shore of Klein Bonaire; 10-IX-1930. On small crabs, between sandy coral-debris.
Pas de Cyanophycées.

b) Bonaire (N°s VI-XLIX)

VI. — Kralendijk (Pasangrahan) ; 5-IX-1930. On mouldered coral rock from a low shore.

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 5 μ. Peu abondant.

Xenococcus Schousboei. — Cellules épaisses de 5-6 μ. Sur une Floridée. Peu abondant.

Hydrocoleum lyngbyaceum. — Trichomes épais de 9 μ, serrés; gaines complètement dissoutes. En petites masses parmi des *Corallina* et diverses Floridées. Peu abondant.

Lyngbya infixa. — Trichomes épais de 2 μ. Sur des Floridées. Peu abondant.

Symploca hydnoides. — Quelques filaments seulement. Très peu abondant.

Calothrix aeruginea. — Quelques filaments seulement. Très peu abondant.

VII. — Kralendijk (Pasangrahan) ; 16-IX-1930. The same as VI.
Pas de Cyanophycées.

VIII, IX, X, XI. — Echantillons non retrouvés.

XII. — Kralendijk; 31-VIII-1930. On a coconut shell, 1,5 m. deep, between Chlorophyceas and Florideas.

Source : MNHN, Paris

Aphanocapsa littoralis. — Cellules épaisses de 5 μ, moyennement serrées. Peu abondant.

Chroococcus turgidus. — Très peu abondant.

Lyngbya confervoides. — Quelques filaments seulement. Très peu abondant.

Calothrix aeruginea. — Gaines minces et incolores. Sur filaments de *Cladophora.* Très peu abondant.

XIII. — Kralendijk (De Hoop) ; 11-XI-1930. On sandy coral-debris.

Pas de Cyanophycées déterminables.

XIV. — Kralendijk (De Hoop) ; 6-XI-1930. Under sandy coral-debris.

Xenococcus acervatus. — Cellules épaisses, en moyenne, de 3,5 μ. Sur les filaments des *Lyngbya.* Peu abondant.

Microcoleus chthonoplastes. — Trichomes épais de 3 μ à peine. Peu abondant.

Lyngbya confervoides. — Trichomes épais de 10 μ. Peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Quelques filaments seulement. Très peu abondant.

Isactis plana. — Thalles jeunes. Sur morceaux de calcaire. Peu abondant.

XV. — Kralendijk (De Hoop) ; 11-V-1930. Between dead branches of living *Acropora.*

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 27 μ en moyenne. Peu abondant.

Lyngbya Holdenii. — Trichomes épais de 5 μ. Peu abondant.

Symploca hydnoides. — Trichomes épais de 6 μ, cellules subcarrées. Peu abondant.

Oscillatoria miniata. — Trichomes épais de 18 μ. Peu abondant.

Oscillatoria corallinae. — Trichomes épais de 9 μ. Peu abondant.

Source MNHN Paris

XVI. — Kralendijk (De Hoop); 17-VI-1930. On sandy coral-debris.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 12 μ. Sur de grandes Algues. Peu abondant.

XVII. — Kralendijk (De Hoop); 31-X-1930. Under coral-debris in the surface.
Pas de Cyanophycées.

XVIII. — Plaja Flambai; 7-VI-1930. Growing on coral rock in heavy surface.
Echantillon manquant.

XIX. — Plaja Oranjepan; 15-V-1930. Cast ashore.
Echantillon manquant.

XX. — Plaja Oranjepan; 15-V-1930. The same as XIX.
Echantillon manquant.

XXI. — Plaja Oranjepan; 15-X-1930. Cast ashore.

Lyngbya Agardhii. — Trichomes épais de 10 μ (un peu plus gros que chez le type), filaments isolés. Peu abondant.

Lyngbya semiplena. — Trichomes épais de 8 μ, apex capité. Peu abondant.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 5 μ. Peu abondant.

Lyngbya infixa. — Sur Chlorophycées et Floridées; trichomes épais de 2 μ. Assez abondant.

Calothrix sp. — Plante jeune, mal caractérisée. Peu abondant.

Anabaena sp. — Plante en partie décomposée en articles séparés et stérile. Peu abondant.

XXII. — Lac (Northern Lagoon); 19-X-1930. On dead roots of *Rhizophora.*

Myxosarcina salina. — Très peu abondant.

Gomphosphaeria aponina. — Belle forme à cellules nettement cordées. Peu abondant.

Symploca hydnoides var. *genuina* fa. *fruticulosa.* — Trichomes

Source: MNHN, Paris

épais de 6 μ, un peu toruleux dans leur région apicale; cellule apicale un peu épaissie au sommet. Assez abondant.

XXIII. — Lac (North Lagoon); 18-XI-1930. On roots of *Rhizophora*.

Chroococcus turgidus. — Cellules épaisses de 16 μ sans leur tégument, de 19 μ avec leur tégument; quelques formes ont une largeur qui atteint jusqu'à 30 μ avec leur tégument. Peu abondant.

Chroococcus minutus. — Très peu abondant.

Microcystis ichthyoblabe. — Cellules épaisses de 3 μ. Peu abondant.

Xenococcus acervatus. — Cellules épaisses de 3 μ en moyenne, peu serrées. Sur *Lyngbya sordida*. Peu abondant.

Lyngbya asetuarii. — Trichomes épais de 25 μ, filaments épais de 30 μ; gaines lamelleuses, hyalines ou jaunâtres. Peu abondant.

Lyngbya infixa. — Trichomes épais de 2 μ. Sur filaments de *L. sordida*. Peu abondant.

Lyngbya sordida. — En cette station, cette espèce se présente sous trois formes intimement mélangées et entre lesquelles on trouve tous les intermédiaires :

— fa. *maxima*. — Trichomes ayant jusqu'à 50 μ d'épaisseur;
— fa. *typica*. — Trichomes épais de 25 μ en moyenne.
— fa. *bostrychicola*. — Trichomes épais de 20 μ.

Dans ces trois formes, les articles ont au moins 10 μ de long. Abondant.

Lyngbya Holdenii. — Trichomes épais de 3 μ, attachés dans leur partie médiane sur les filaments de *L. sordida*, leurs extrémités étant libres. Assez abondant.

Oscillatoria corallinae. — Trichomes rougeâtres, épais de 8 μ. Peu abondant.

Microchaete vitiensis. — Absolument conforme au type; sur les filaments de *Lyngbya sordida*, y constituant une sorte de revêtement assez serré en certains points. Abondant.

XXIV. — Lac (Northern Lagoon); 18-XI-1930. On dead *Rhizophora*.

Echantillon manquant.

Source: MNHN, Paris

XXV. — Lac (Northen Lagoon) ; 12-X-1930. On roots of *Rhizophora*.

Pas de Cyanophycées.

XXVI. — Lac (Northern Lagoon) ; 12-X-1930. On dead *Rhizophora*, near sponges.

Lyngbya aestuarii. — Trichomes épais de 16 μ, filaments épais de 22 μ; gaines hyalines. Peu abondant.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 35 μ, articles çà et là subcarrés. Peu abondant.

Lyngbya Holdenii. — Mêmes caractères que dans le n° XXIII. Sur les filaments de *L. sordida*. Peu abondant.

XXVII. — Lac (Northern Lagoon) ; on roots of *Rhizophora*; 12-X-1930.

Chroococcus minutus. — Cellules épaisses de 7-9 μ sans leurs téguments, solitaires ou réunies par deux dans le même tégument. Peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Trichomes épais de 30 μ en moyenne, gaines incolores. Très peu abondant : quelques fragments de filament seulement.

Lyngbya Holdenii. — Trichomes épais de 3 μ en moyenne. Sur feuilles de Phanérogames. Peu abondant.

Oscillatoria formosa. — Trichomes épais de 6-7 μ, articles subcarrés, cloisons non granuleuses. Peu abondant.

Oscillatoria nigro-viridis. — Grosse forme : trichomes épais de 13,5 μ. Peu abondant.

Oscillatoria subuliformis. — Trichomes épais de 6 μ en moyenne, cloisons invisibles, protoplasma homogène. Peu abondant.

Spirulina (Arthrospira) Gomontiana. — Trichomes épais de 3,5-4 μ, spires larges de 8 μ en moyenne, tours distants de 11 μ en moyenne. Peu abondant.

Spirulina subsalsa var. *oceanica*. — Peu abondant.

Spirulina subsala var. *crassior*. — Trichomes ayant jusqu'à 3 μ d'épaisseur, tours larges de 6 μ en moyenne, très serrés. Peu abondant.

Source : MNHN, Paris

Spirulina gigantea. — Trichomes épais de 4 μ en moyenne, tours larges de 11 μ, très rapprochés. Peu abondant.

XXVIII. — Lac (North of Soerebon) ; on roots of *Rhizophora;* 26-X-1930.

Xenococcus acervatus. — Cellules ayant rarement plus de 3 μ d'épaisseur (forme jeune). Sur une Floridée. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Peu abondant.

Spirulina labyrinthiformis. — Spires larges de 2,5 μ. Peu abondant.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 15-25 μ. Peu abondant.

Calothrix aeruginea. — Trichomes épais de 10 μ en moyenne. Sur diverses algues. Peu abondant.

XXIX. — Echantillon manquant.

XXX. — Lac (Northern of Soerebon) ; on roots of *Rhizophora,* 26-X-1930.

Lyngbya majuscula. — Trichomes épais de 18-20 μ, gaines assez épaisses. Abondant : forme des petites touffes sur les racines.

Lyngbya infixa. — Trichomes épais de 1,5 μ en moyenne. Sur les filaments de *Lyngbya majuscula.* Peu abondant.

XXXI. — Lac (Lagoon) ; 5 m. deep, 26-X-1930.

Lyngbya sp.

Calothrix sp.

Echantillons imparfaitement développés, indéterminables spécifiquement.

XXXII. — Lac (West of Rancho) ; in a very shallow lagoon, nearly isolated from the sea.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 27 μ. Sur grande Algue. Très peu abondant : quelques filaments seulement.

Spirulina subsalsa. — Très peu abondant.

XXXIII. — Lac (Northern Lagoon) ; on roots of *Rhizophora;* 12-X-1930.

Pas de Cyanophycées déterminables.

Source MNHN, Paris

XXXIV. — Lac (Untiefe im Munde) ; behind the reef sandy; 9-X-1930.

Lyngbya majuscula. — Trichomes épais de 33 μ en moyenne. Assez abondant.

Lyngbya aestuarii. — Très peu abondant : quelques filaments seulement.

Dichothrix fucicola. — Filaments ayant jusqu'à 33 μ d'épaisseur, gaines ordinairement hyalines, rarement jaunâtres, poils bien visibles. Sur de grandes Algues. Assez abondant.

XXXV. — Boca Washikemba, cast ashore; 16-V-1930.
Echantillon manquant.

XXXVI. — Lagoon, on a crab; 2-X-1930.
Pas de Cyanophycées.

XXXVII. — Lagoon, on roots of *Rhizophora;* 2-IX-1930.
Pas de Cyanophycées.

XXXVIII. — Lagoon, on roots of *Rhizophora;* 2-XI-1930.
Pas de Cyanophycées.

XXXIX. — Boca Onima, cast ashore; 19-V-1930.
Pas de Cyanophycées.

c) Curaçao (n° XL-LI)

XL. — Boca Grandi, growing on coral rock in the heavy surface; 28-IV-1930.
Pas de Cyanophycées.

XLI. — Boca Grandi, cast ashore; 28-IV-1930.
Echantillon manquant.

XLII, XLIII. — Même station que XL.
Pas de Cyanophycées.

XLIV. — Sint Kruis Baii, in shallow rock-pools; 23-IV-1930.
Pas de Cyanophycées.

Source MNHN Paris

XLV. — Même station que XLIV.
Pas de Cyanophycées.

XLVI. — Sint Kruis Baii, on three crabs in rock-pools; 26-IV-1930.

Symploca hydnoides. — Trichomes épais de 5,5 μ. Très peu abondant : quelques filaments seulement.

Lyngbya aestuarii. — Trichomes épais de 25 μ en moyenne, cloisons granuleuses, gaines très minces. Peu abondant.

Phormidium fragile. — Trichomes épais de 1,6 μ, apex atténué. Peu abondant.

Oscillatoria nigro-viridis. — Trichomes épais de 10-11 μ, articles courts, cellule apicale légèrement atténuée. Peu abondant.

Oscillatoria laetevirens. — Trichomes épais de 3,2-3,5 μ, un peu plus rétrécis aux articulations que chez le type, cellules un peu moins longues que larges, à contenu un peu vacuolaire. Abondant.

Oscillatoria amphibia. — Trichomes épais de 2μ en moyenne, flexueux; protoplasma granuleux ou vacuolaire; articles environ deux fois plus longs que larges. Peu abondant.

Spirulina subtilissima. — Spires larges de 2,5 μ; tours de spire distants de 1-1,25 μ. Peu abondant.

XLVII. — Boca Porto Marie, on *Acrospora;* 15-IV-1930, sur fragment de corail avec d'autres Algues.

Lyngbya majuscula. — Très peu abondant : quelques filaments seulement.

XLVIII. — Boca Porto Marie, on sponges, 1 m. deep; 17-IV-1930.

Chroococcus minutus. — Peu abondant.

Lyngbya Holdenii. — Trichomes épais de 3-4,5 μ. Sur une Floridée. Peu abondant.

Spirulina labyrinthiformis. — Spires larges de 2,5 μ. Très peu abondant.

Spirulina rosea. — Spires larges de 3 μ en moyenne, tours géné-

Source: MNHN, Paris

ralement distants, çà et là contigus. La couleur rosée de la plante sur le vivant a disparu. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Très peu abondant.

IL. — Rif near Willemstad, shallow pool in a wall of coral-shingle; 1-VIII-1932 (Fr. M. REALINO coll.).

Dermocarpella hemisphaerica. — Cellules larges de 27 μ en moyenne, avec, çà et là, deux grosses endospores; contenu ordinairement homogène (plus rarement granuleux), verdâtre ou brunâtre, tégument un peu plus lamelleux que sur la figure de Lemmermann. Sur une Floridée, assez abondant.

Dermocarpa prasina. — Jeunes sporanges, mal évolués. Sur une Floridée, peu abondant.

Xenococcus acervatus. — Cellules épaisses de 4-7 (-8) μ. Sur une Floridée. Assez abondant.

Lyngbya Kützingii et var. *minor.* — Plantes ne se trouvant ordinairement que dans les eaux douces; bien conformes aux descriptions de SCHMIDLE et de GARDNER. Sur une Floridée. Assez abondant.

Lyngbya infixa. — Trichomes épais de 2 μ. Sur une Floridée. Assez abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires larges de 3 μ. Peu abondant.

L. — Rif, near Willemstad, shallow pool near the Rifwater; 1-VIII-1932 (Fr. M. REALINO coll.).

Mêmes espèces que dans l'échantillon IL.

LI. — Spaansche water (Kabrietenbaii), on roots of *Rhizophora;* 9-XII-1930.

Myxosarcina salina. — Très peu abondant.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 33 μ en moyenne. Très peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Petite forme à gaines jaunes. Peu abondant.

Oscillatoria Bonnemaisonii. — Trichomes épais de 25 μ. Très peu abondant.

Oscillatoria margaritifera. — Très peu abondant.

Source MNHN Paris

Oscillatoria miniata. — Très peu abondant.

Hydrocoleum sp. — Echantillons mal développés. Très peu abondant.

d) Aruba (n° LII-LXI)

LII. — Boca Prins, cast ashore; 28-VI-1930. Sur stipe d'une Phéophycée.

Lyngbya majuscula. — Trichomes épais de 28 μ en moyenne. Peu abondant.

Lyngbya aestuarii. — Trichomes épais de 16 μ, cloisons granuleuses. Peu abondant.

Lyngbya lutea. — Très peu abondant.

Lyngbya complectens. — Sur les gaines de *Lyngbya majuscula.* Assez abondant.

Oscillatoria nigro-viridis. — Trichomes épais de 10 μ en moyenne. Peu abondant.

Spirulina subtilissima. — Très peu abondant.

Calothrix confervicola. — Trichomes épais de 10 μ en moyenne Peu abondant.

Anabaena sp. — Plante stérile. Peu abondant.

LIII. — Boca Prins, cast ashore; 28-VI-1930.

Mêmes espèces que dans l'échantillon LII.

LIV. — Oranjestad (Punta Braboe), between low corals of a « Sorrenfläche »; 18-VI-1930.

Hydrocoleum lyngbyaceum. — Trichomes isolés, épais de 16 μ en moyenne. Peu abondant.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 16 μ, gaines minces. Peu abondant.

LV. — Oranjestad (Punta Braboe), between corals of a « Schorrenfläche »; 18-VI-1930.

Source MNHN Paris

Hydrocoleum lyngbyaceum. — Trichomes solitaires, épais de 14 μ. Peu abondant.

Hydrocoleum comoides. — Trichomes isolés, certains entourés de leur gaine, ayant jusqu'à 21 μ d'épaisseur, nettement rétrécis aux articulations, à sommet surmonté d'une coiffe déprimée. Peu abondant.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 17 μ en moyenne, gaines très minces. Peu abondant.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 5 μ, cloisons invisibles. Peu abondant.

Oscillatoria nigro-viridis. — Trichomes épais de 11 μ en moyenne. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires larges de 4 μ. Peu abondant.

Calothrix confervicola. — Sur les grandes Algues; plante jeune. Peu abondant.

LVI. — Oranjestad (Rif Boekoeti), between low corals of a « Schorrenfläche »; 25-VI-1930; parmi de grandes Algues.

Lyngbya lutea. — Trichomes épais de 5 μ. Peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Assez abondant.

Anabaena sp. — Plante stérile. Peu abondant.

LVII. — Même station que LVI.

Pas de Cyanophycées.

LVIII. — Oranjestad (Lagoen Boekoeti), shallow lagoon; 18-VI-1930.

Lyngbya sordida. — Trichomes épais de 20 μ en moyenne. Sur de grandes Algues. Peu abondant.

Calothrix sp. — Plante jeune, mal caractérisée. Peu abondant.

LIX. — Oranjestad (Lagoen Boekoeti), shallow lagoon and muddy; 19-VI-1930.

Echantillon manquant.

C) CYANOPHYCÉES D'EAU DOUCE

Je n'ai reçu, des îles Bonaire, Aruba et Curaçao qu'un petit nombre d'échantillons récoltés en 1936-37. Je les désigne par les lettres A, B, etc...

A) Los Test'gos, Poro del Puerto de la Laguna; 14-VI-1936; sur divers débris végétaux.

Phormidium molle. — Trichomes épais de 3 μ, plus ou moins moniliformes, érugineux; articles subcarrés. Assez abondant.

Lyngbya Martensiana. — Très peu abondant : quelques filaments seulement.

B) Blanquilla, Poro de Valuchu; 21-VII-1936.

Lyngbya Martensiana. — Trichomes épais de 10 μ en moyenne. Peu abondant, mélangé à des Diatomées.

C) Curaçao, Bron Cajaeda; Hato, 1-IX-1936.

Gloeothece rupestris. — Cellules épaisses de 4 μ en moyenne, sans leur tégument. Assez abondant.

Schizothrix lardacea. — Trichomes épais de 2 μ en moyenne, non rétrécis aux articulations; cellules plus longues que larges; gaines épaisses; un seul trichome dans chaque gaine. C'est uniquement à cause de l'épaisseur des gaines et parce qu'elles sont fermées à leurs extrémités qu'il est possible d'attribuer cette plante au genre *Schizothrix*. Ce fait est d'ailleurs assez fréquent pour plusieurs espèces du genre. Abondant.

Lyngbya Martensiana. — Très peu abondant : quelques filaments seulement.

Calothrix parietina. — Gaines d'un jaune doré ou brunâtre, très lamelleuses. Peu abondant.

D) Bonaire, Pos Ichi, Kralendyk, 14-IX-1936.

Calothrix fusca. — A l'intérieur de quelques thalles de *Nostoc sphaericum*. Très peu abondant.

Nostoc sphaericum. — Assez mal caractérisé. Peu abondant.

E) Curaçao, Tanki Mamaja, Hato; 6-X-1936.

Merismopedia glauca. — Cellules épaisses de 3 μ en moyenne. Assez abondant.

Source : MNHN, Paris

Aphanocapsa elachista. — Cellules épaisses de 3 μ en moyenne, peu serrées. Abondant.

Chroococcus minutus. — Très peu abondant.

Lyngbya Martensiana. — Trichomes épais de 12-14 μ. Abondant.

Lyngbya aerugineo-caerulea. — Trichomes épais de 4 μ en moyenne. Peu abondant.

Lyngbya Digueti. — Trichomes épais de 2,5 μ. Peu abondant.

Oscillatoria princeps. — Trichomes violacés, épais de 40 μ en moyenne. Assez abondant .

Oscillatoria tenuis. — Trichomes épais de 4,5 μ. Peu abondant.

Oscillatoria amphibia. — Trichomes épais de 2 μ, articles plus longs que larges. Très peu abondant.

Spirulina subsalsa. — Spires larges de 3,5 μ. Peu abondant.

Anabaena sp. — Plante stérile. Peu abondant.

A cet ensemble de Cyanophycées se trouvent mélangés des Chlorophycées (*Coelastrum microporum* Näg., *Oocystis solitaria* Wittr. var. *elongata* Printz, *Gloeotaenium Loitlesbergianum* Hansg., *Spirogyra* sp. ster., *Cosmarium Portianum* Archer, *Closterium Leibleinii* Kütz., *Oedogonium* sp. ster.) un *Peridinium* et des Diatomées.

F) Klein Bonaire, Pos di Cas; 15-XI-1936.

Dermocarpa Flahaulti. — Bien conforme aux figures de Flahault. Cellules à contenu d'un bleu pâle ou violacé; quelques cellules renferment des spores. Sur *Cladophora.* Assez abondant.

Xenococcus Kerneri. — Sur *Cladophora;* bien développé et entièrement conforme aux figures de Geitler. Assez abondant.

Xenococcus minimus. — Cellules larges de 1,5 μ en moyenne. Sur *Cladophora.* Très peu abondant.

Chamaesiphon incrustans. — Sur filaments de *Cladophora*; plante jeune. Peu abondant.

Chamaesiphon confervicola. — Sur *Cladophora*; plante jeune, sporanges grêles, avec spores en files. Peu abondant.

Microcoleus paludosus. — Trichomes épais de 4 μ en moyenne,

Soum. MNHN Paris

peu nombreux dans la même gaine, filaments très longs; gaines assez larges, réfringentes. Peu abondant.

Lyngbya Martensiana. — Trichomes épais de 9 μ en moyenne, cloisons difficilement visibles, articles subcarrés, protoplasma homogène; gaines minces. Assez abondant.

Lyngbya aerugineo-caerulea. — Trichomes épais de 5 μ en moyenne. Peu abondant.

Lyngbya Kützingii. — Sur *Cladophora.* Trichomes épais de 2,5 μ en moyenne, articles très courts. Peu abondant.

Oscillatoria princeps. — Trichomes épais de 54 μ. Assez abondant.

Oscillatoria tenuis. — Trichomes épais de 5 μ. Peu abondant.

Calothrix Braunii. — Petites touffes érugineuses; gaines très minces et incolores; trichomes un peu courbés et toruleux à la base et là épais de 6-7 μ; poils courts, parfois tombés. Peu abondant.

Gloeotrichia Raciborskii. — Plante sporifère, Peu abondant.

Nostoc Linckia. — Très peu abondant.

Parmi ces Cyanophycées se trouvaient quelques Chlorophycées (*Oedogonium* sp. ster., *Cladophora crispata* (Roth) Kütz. em. Brand, et *Rhizoclonium fontanum* Kütz.) et quelques Diatomées.

G) Paraguana, Poza de la Compania Carirubana; 15-III-1937.

Lyngbya Martensiana. — Peu abondant. Mélangé à *Spirogyra* sp. ster.

H) Paraguana, Estanque de Santa Fé, N.E. Moruy; 18-II-1937.

Gloeotrichia Raciborskii. — Avec spores immatures. Peu abondant.

I) Bonaire, Tanki George; 25-III-1937.

Gloeotrichia Raciborskii. — Spores épaisses de 14 μ, ayant jusqu'à 70 μ de long; épispore court, incolore, peu dilaté. Assez abondant.

Nostoc Linckia. — Trichomes épais de 3,6 μ; spores sphériques ou un peu allongées, d'un beau jaune doré, épaisses de 7,2 μ, disposées en longues séries. Peu abondant.

Source MNHN Paris

Cylindrospermum muscicola. — Très peu abondant.

Ces Cyanophycées étaient mélangées à *Tetraspora lubrica* (Rhoth) Ag.

J) Bonaire, Pos Bacca, Kralendyk; 31-III-1937.

Lyngbya Martensiana. — Trichomes épais de 11-13 μ. Assez abondant.

Lyngbya Digueti. — Trichomes épais de 2 μ en moyenne; certains trichomes sont désarticulés (état *Johannesbaptistia*). Assez abondant.

Oscillatoria princeps. — Trichomes épais de 40 μ en moyenne. Assez abondant.

Calothrix sp. — Plante imparfaitement développée.

Ces Cyanophycées étaient mélangées à *Spirogyra* sp. ster.

II. *LISTE SYSTÉMATIQUE DES ESPÈCES*

I. CHROOCOCCALES

I. *MERISMOPEDIA* Meyen

Merismopedia glauca (Ehr.) Näg., Gatt. einzell. Alg., p. 65, 1849; Frémy, Cyan, côtes d'Europe, p. 7, Pl. I, fig. 2, 1934.

Ech. E.
Distrib. géogr. — Cosmopolite.

II. *MICROCYSTIS* Kütz.

Microcystis ichthyoblabe Kütz., Tab. phyc., I, p. 6, Pl. 8, 1845-49; Frémy, Cyan, côtes d'Europe, p. 11, Pl. 2, fig. 1, 1934.

Ech. XXIII, E.
Distrib. géogr. — Cosmopolite; plante surtout d'eau douce.

III. *APHANOCAPSA* Näg.

Aphanocapsa littoralis Hansgirg, Breit, z. Kenntn. d. Meere-

Source MNHN Paris

salg., p. 229, 1892; Frémy, Cyan, côtes d'Europe, p. 15, Pl. 3; fig. 1, 1934.

Ech. 6, 7, 8, 13, 20, 28, 32, 36, 41, 50, I, VI, XII.
Distrib. géogr. — Probablement cosmopolite.

Var. *macrococca* Hansg. *loc. cit.*

Ech. 19.
Distrib. géogr. — Probablement cosmopolite.

Aphanocapsa concharum Hansg., N. Süssw. u. Meeresalg., p. 19, 1880; Frémy, *loc. cit.*, p. 15.

Ech. 17.
Distrib. géogr. — Adriatique, Antilles; probablement cosmopolite.

Aphanocapsa marina Hansg. *in* Foslie, Alg. of Norway, p. 169, 1890; Frémy, *loc. cit.*, p. 16, Pl. 3, fig. 2.

Ech. 7, 14, 17, 18, 19, 28, 32, 50.
Distrib. géogr. — Côtes de Norvège et de France, Antilles; probablement cosmopolite, mais rarement observé à cause de sa très petite taille.

fa. *major*, Frémy, n. fa. — *A typo differt cellulis usque ad I μ crassis.*

Ech. 13.

Aphanocapsa salina Woronich., 1929; Geitler, Cyanophyceæ *in* Rab. - Kryptogamenfl., p. 153.

Ech. 36.
Distrib. géogr. — Sibérie occidentale, Antilles.

Aphanocapsa elachista W. et G.S. West, Algæ West Indies *in* Journ. Linn. Soc., XXX, p. 276, Pl. XV, fig. 9-10, 1894.

Ech. E.
Distrib. géogr. — Antilles, Afrique-équatoriale, Europe septentrionale; probablement cosmopolite.

Aphanocapsa Grevillei (Hass.) Rab., Flor. eur. Alg., II, p. 50, 1865.

Ech. 44-48. — Plante subaérienne, ou d'eau douce; ne se trouve qu'accidentellement dans les eaux salées.
Distrib. géogr. — Cosmopolite.

Aphanocapsa muscicola (Menegh.) Wille, Alg. not. *in* Nyt. mag. naturvid., p. 39, Pl. 2, fig. 19-23, 1919. *A. virescens* (Hass.) Rab.

Ech. 48; plante ordinairement subaérienne ou d'eau douce, ne se trouve qu'accidentellement dans les eaux salées.
Distrib. géogr. — Cosmopolite.

Source MNHN Paris

IV. *APHANOTHECE* Näg.

Aphanothece pallida (Kütz.) Rab., Flor. eur Alg., II, p. 64, 1865; Frémy, Cyan. côtes Eur., p. 19, Pl. 3, fig. 7, 1934.

Ech. 7, 8, 10, 11, 13, 18, 19, 26, 28, 32, 35, 36, 48.

Distrib. géogr. — Toute l'Europe, Amérique du Nord, Antilles, Mer Rouge. Semble fréquente dans les salines.

Aphanothece minor Frémy n. sp. — *Strato mucoso, parvo, subgloboso, aerugineo; cellulis laxe aggregatis, nudis,* 1,5 μ *crassis,* 3 μ *circiter longis.*

Hab. — In salina quadam insulae Bonaire in mari Antillarum.

Petites masses subglobuleuses, muqueuses, érugineuses; cellules dépourvues de tégument, larges de 1,5 μ, longues la plupart de 3 μ.

Ech. 7.

Distr. géogr. — Ile Bonaire.

Aphanothece nidulans. P. Richt., *in* Bot. Notiser, p. 128, 1884; Wittr. et Nordstedt, Alg. exs., n° 694.

Ech. 44.

Distrib. géogr. — Europe, Amérique du Nord, Antilles; probablement cosmopolite. Ne se trouve qu'accidentellement dans les eaux salées.

V. *COMPHOSPHAERIA* Kütz.

Comphosphaeria aponina Kütz., Alg. exs. n° 151, 1836; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 22, Pl. 4, fig. 2, 1934.

Ech. 34, XXII.

Distrib. géogr. — Cosmopolite; aussi fréquent dans les eaux douces que dans les eaux salées.

VI. *CHROOCOCCUS* Näg.

Chroococcus schizodermaticus W. West, Alg. Engl. lake distr., *in* Journ. R. Micr. Soc., p. 742, fig. 61-62, 1892.

Ech. 50.

Distr. géogr. — Europe, Afrique, Antilles; probablement cosmopolite. Espèce d'eau douce ne se trouvant qu'accidentellement dans les eaux salées.

Chroococcus turgidus (Kütz.) Näg., Gatt. Einz. Alg., p. 46, 1849; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 24, Pl. 4, fig. 5, 1934.

Ech. 18, 19, 21, 24, 25, 32, 34, 48, XII, XXIII.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Chroococus minutus (Kütz.) Näg., Gatt. einz. Alg., p. 46, 1849; Frémy, *loc. cit.*, p. 24, Pl. 4, fig. 6.

Ech. 13, 41, XXIII, XXVII, XLVIII, E.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

VII. *GLOEOCAPSA* Kütz.

Gloeocapsa crepidinum Thur., Notes Algologiques, I, p. 2, Pl. I, fig. 1-3, 1876.

Ech. 12, 14, 18, 24, 28, 34.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Gloeocapsa rupestris Kütz., Tab. phyc., I, Pl. 22, fig. 2, 1845-49.

Ech. 44.
Distr. géogr. — Cosmopolite. — Plante subaérienne.

VIII. *GLOEOTHECE* Näg.

Gloeothece rupestris (Lyng.) Born. *in* Wittr.-Nordstedt, Alg. exs., n° 339, 1880.

Ech. C.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

IX. *ENTOPHYSALIS* Kütz.

Entophysalis granulosa Kütz., Phyc. gen. p. 177, 1843. Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 32, Pl. 6, fig. 5, 1934; Bornet et Thuret, Notes Algologiques, I, Pl. 1, fig. 4-5, 1876.

Ech. 14, 17, 25, 26, 30.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Entophysalis samoensis Wille, *in* Hedwigia, LIII, p. 144, 1913. *in* Rechinger, Bot. - Zool. Ergebn. Sam. Ins.; *Denkschr. Ak. Wiss. Wien*, VI, Pl. I, fig. 10-13, 1914.

Ech. 44.
Distr. géogr. — Ile Samoa, Antilles.

X. *MYXOSARCINA* Printz

Myxosarcina salina Frémy *in* J. De Toni, *Diagnoses Algarum novarum*, I, Myxophyceae, Cent. VII, 1940, c. ic. — Colonies pleines, subsphériques, ayant jusqu'à 60 μ de diamètre (rarement

Source : MNHN, Paris

davantage), formées de très nombreuses cellules, très serrées, larges de 5-7 μ en moyenne, devenues anguleuses par pression mutuelle, d'un vert clair ou d'un bleu jaunâtre, à contenu homogène, à disposition sarcinoïdale, formées par des divisions successives et répétées suivant trois dimensions perpendiculaires entre elles, entourées d'un tégument homogène ferme, mince et incolore; cellules plus ou moins nombreuses transformées en gonidianges et alors gonodies très nombreuses, très serrées, sphériques, épaisses de 2,5-3 μ. Cette espèce a d'abord été trouvée par M. L. Dangeard dans une saline de Djibouti; elle est très abondante dans les eaux salées de Bonaire et autres îles des Antilles hollandaises.

Ech. 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 25, 26, 28, 34, 43, 44, 50, XXII, LI.

Distr. géogr. — Mer Rouge, Antilles hollandaises.

II. CHAMAESIPHONALES

I. *PLEUROCAPSA* Thur.

Pleurocapsa crepidinum Collins, Rhodora, 1901, p. 136; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 38, Pl. 7, fig. 7, 1934.

Ech. 30.

Distr. géogr. — Côtes méditerranéennes de France, côtes orientales de l'Amérique du Nord; Antilles hollandaises.

Pleurocapsa entophysaloides Setchell et Gardner *in* Gardner, New Pacific coast Alg., 3, p. 463, Pl. XLI, fig. 30, 1918.

Ech. 16, 17, 30, 50, 52.

Distrib. géogr. — Côtes de Californie, Antilles hollandaises.

II. *XENOCOCCUS* Thur.

Xenococcus Schousboei Thur. *in* Bornet et Thuret, Notes Algologiques, II, pp. 74-76, Pl. XXVI, fig. 1-2, 1880.

Ech. VI.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Xenococcus acervatus Setchell et Gardner *in* Setchell, New Pac. coast Alg., 3, Univ. Calif. public., VI, n° 17, p. 459, Pl. 39, fig. 13, 1918; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 43, Pl. 8, fig. 6, 1934.

Ech. XIV, XXVIII, XXXIII, IL, L.

Distr. géogr. — Côtes méditerranéennes de France, Californie, Antilles; probablement très répandu.

Source MNHN, Paris

Xenococcus Kerneri Hansg., Physiol. und Alg. Studien, p. 111, 1887; Frémy, *loc. cit.*, p. 44, Pl. 9, fig. 3.

Ech. F.

Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Xenococcus minimus Geitler, N. u. wenig bek. Blaualg., Ber, Deutsch. Bot. Ges., XL, p. 284, fig. 1, h, i, 1922; Cyanophyceae *in* Rab. — Kryptogamenfl., p. 332, fig. 165, 1932.

Ech. F.

Distr. géogr. — Europe centrale, Antilles hollandaises; sera sans doute retrouvé par ailleurs.

Xenococcus cladophorae (Tilden) Setchell et Gardner *in* Setchell, New Pac. coast Alg. 3, Univ. Calif. public. VI, n° 17, p. 461, Pl. 38, fig. 8, 1918 ; Geitler, Cyanophyceae *in* Rab. - Kryptogamenfl., p. 336, fig. 171, 1932.

Ech. 40.

Distr. géogr. — Colombie britannique, Antilles hollandaises.

III. *DERMOCARPA* Crouan

Dermocarpa prasina (Reinsch) Bornet et Thuret, Notes algologiques, II, pp. 75-77, Pl. XXVI, fig. 3-9, 1880; Frémy, Cyan. Côtes d'Eur., p. 58, Pl. 16, fig. 3, 1934.

Ech. IL, L.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Dermocarpa Flahaulti Sauvageau, Bull. Soc. bot. Fr., XXXIX, p. CXIX, Pl. VI, fig. 5-6, 1892.

Ech. F.

Distr. géogr. — Algérie, Afrique-équatoriale, Antilles hollandaises.

IV. *DERMOCARPELLA* Lemm.

Dermocarpella hemisphaerica Lemm., Englers Bot. Jahrb., XXXVIII, p. 349, Pl. 5, fig. 2, 8, 12, 1907; Geitler, Cyan *in* Rab.-Kryptogamenfl., p. 386, fig. 213, 1932.

Ech. IL, L.

Distr. géogr. — Iles Chatham, Antilles hollandaises.

V. *CHAMAESIPHON* A. Braun et Grunow

Chamaesiphon incrustans Grunow *in* Rab., Flor. eur. Alg., II,

Source MNHN, Paris

p. 149, 1865; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 63, Pl. 17, fig. 6, 1934.
Ech. F.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Chamaesiphon curvatus Nordstedt, Alg. et Char. Sandvic., p. 4, Pl. I, fig. 1-2; Geitler, Cyan. *in* Rab. - Kryptogamenfl., p. 426, fig. 244-245, 1932.
Ech. F.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

III. HORMOGONEALES

A. HOMOCYSTEAE

a. Vaginaricae

I. *MICROCOLEUS* Desmazières

Microcoleus chthonoplastes Thur., 1875; Gomont, Monographie, I, p. 353 (tiré à part, p. 91), Pl. XIV, fig. 5-8, 1892; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 67, Pl. 17, fig. 7, 1934.
Ech. 2, 5, 13, 20, 25, 38, 40, 44, 46, 50, XIV.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Microcoleus tenerrimus Gom., Monogr., I, p. 355 (tiré à part, p. 93), Pl. XIV, fig. 9-11, 1892; Frémy, loc, cit., p. 68, Pl. 17, fig. 8.
Ech. 11, 17, 43.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Microcoleus Sanctae-Crucis Frémy, Cyanophycées marines des Antilles danoises *in* Börgesen, The marine Algae of the Danish West Indies, Dansk Bot. Atkiv, Bd. 9, n° 7, p. 17, fig. 2, 1939.

Cette espèce est voisine de *M. tenerrimus*; elle s'en distingue cependant aisément par ses trichomes plus minces, dépourvus de constrictions au niveau des articulations et par ses cellules apicales beaucoup moins atténuées.
Ech. 44, 48.
Distr. géogr. — Antilles danoises, Antilles hollandaises.

fa. *Bonairensis* Frémy, n. fa. — *A typo differt vaginis amplioribus, per longitudinem striatis et trichomatibus intra vaginam minus confertis.*
Ech. 44, 48.
Distr. géogr. — Ile Bonaire.

Source MNHN, Paris

Microcoleus paludosus Gom., loc. cit., p. 358 (tiré à part, p. 97), Pl. XIV, fig. 13.

Ech. F.
Distr. géogr. — Europe, Afrique, Amérique du Nord, Antilles hollandaises; probablement cosmopolite.

II. *HYDROCOLEUM* Kütz.

Hydrocoleum comoides Gom. Monogr., I, p. 335 (tiré à part, p. 73), Pl. XII, fig. 3-5, 1892.

Ech. 4, LV.
Distr. géogr. — Australie, Bermudes, Antilles.

Hydrocoleum lynbyaceum Kütz., Spec. Alg., p. 259, 1849; Gom., *loc. cit.*, p. 337 (tiré à part, p. 75), Pl. XII, fig. 8-10; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 72, Pl. 19, fig. 1, 1934.

Ech. 38, I, LV, LVI.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Hydrocoleum sp.

Ech. LI.

III. *SCHIZOTHRIX* Kütz.

Schizothrix lardacea Gom., Monogr., I, p. 311 (tiré à part, p. 50), Pl. VII, fig. 8-9, 1892; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 78, Pl. 20, fig. 3, 1934.

Ech. C.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Schizothrix rubella Gom., *loc. cit.*, p. 300 (tiré à part, p. 38), Pl. VI, fig. 4-5, 1892.

Ech. 47.
Distr. géogr. — Europe, Antilles hollandaises.

b. Lyngbyeae

I. *SYMPLOCA* Kütz.

Symploca hydnoides Kütz., Spec. Alg., p. 272, 1849; Gomont, Monogr., II, p. 107 (tiré à part, p. 127), Pl. 2, fig. 1-4, 1892; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 81, Pl. 21, fig. 3, 1934.

Ech. VI, XV, XXII, XLVI.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

II. *PHORMIDIUM* Kütz.

Phormidium molle Gom., Monogr., II, p. 163 (tiré à part,

Source: MNHN, Paris

p. 183), Pl. 4, fig. 12, 1892; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 85, Pl. 22, fig. 5, 1934.

Ech. 18, 19, A.

Distr. géogr. — Europe, Afrique-équatoriale, Papouasie, Antilles hollandaises; probablement cosmopolite.

Phormidium fragile Gom., *loc. cit.*, p. 163 (tiré à part, p. 183), Pl. 4, fig. 13-15; Frémy, *loc. cit.*, p. 86, Pl. 22, fig. 6.

Ech. 13, 36, XLVI.

Phormidium tenue Menegh. Gom., *loc-cit.*, p. 169 (tiré à part, p. 189), Pl. 4, fig. 24-25; Frémy, *loc. cit.*, p. 88, Pl. 23, fig. 4.

Ech. 7, 12, 17, 28, 36, 37, 38, 41, 42.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

III. *LYNGBYA* Agardh

Lyngbya Agardhii Gom., Monogr., II, p. 124 (tiré à part, p. 144), Pl. 2, fig. 18-19, 1892; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 102, Pl. 26, fig. 3, 1934.

Ech. XXI.

Distr. géogr. — Europe occidentale, Méditerranée, Adriatique, Antilles hollandaises.

Lyngbya sordida Gom., *loc. cit.* p. 126 (tiré à part, p. 146), Pl. 2, fig. 21; Frémy, *loc. cit.*, p. 103, Pl. 26, fig. 5.

Ech. XV, XVI, XXIII, XXVIII, XXXII, LI, LIV, LV, LVIII.

Distr. géogr. — Côtes occidentales de l'Atlantique, Méditerranée occidentale, Adriatique, côtes de l'Algérie, Maurice, Friendly Island, Antilles; probablement cosmopolite.

Lyngbya majuscula Harvey, Phyc. brit., Synopsis, p. XXXVIII, Pl. LXII; Gom., *loc. cit.*, p. 131 (tiré à part, p. 151), Pl. 3, fig. 3-4; Frémy, *loc. cit.*, p. 106, Pl. 28, fig. 1.

Ech. 5, 40, XXX, XXXIV, XLVII, LII, LIII.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Lyngbya aestuarii Liebm., Gom., *loc. cit.*, p. 127 (tiré à part, p. 147), Pl. 3, fig. 1-2; Frémy, *loc. cit.*, p. 104, Pl. 27.

Ech. 3, 16, 20, 21, 25, 28, 38, 43, 48, 50, 52, XIV, XXIII, XXVI, XXVII, XXXIV, XLVI, LI, LII, LIII.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Source MNHN Paris

Lyngbya confervoides C. Ag. 1824; Gom., *loc. cit.*, p. 136 (tiré à part, p. 156), Pl. 3, fig. 5-6; Frémy, *loc. cit.*, p. 106, Pl. 28, fig. 2.

Ech. 4, 17, 26, 30, 32, 33, 34, 40, XII, XIV.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Lyngbya Martensiana Menegh., 1837; Gom., *loc. cit.*, p. 145 (tiré à part, p. 165), Pl. 3, fig. 17; Frémy, *loc. cit.*, p. 107, Pl. 29, fig. 1.

Ech. A, B, C, E, F, G, J.
Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Lyngbya semiplena J. Ag. 1842; Gom., loc. cit., p. 139 (tiré à part, p. 158), Pl. 3, fig. 7-11; Frémy, *loc. cit.*, p. 108, Pl. 28, fig. 3.

Ech. 17, 18, 19, 21, XXI.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Lyngbya lutea Gom. 1890; *loc. cit.*, p. 141 (tiré à part, p. 161), Pl. 3, fig. 12-13; Frémy, *loc. cit.*, p. 109, Pl. 28, fig. 4.

Ech. 14, 15, 33, 37, 43, 53, XXI, LII, LIII, LV, LVI.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Lyngbya aerugineo-caerulea Gom., *loc. cit.*, p. 146 (tiré à part, p. 166), Pl. 4, fig. 1-3.

Ech. E, F.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Lyngbya Digueti Gom., Journ. de Bot., IX, p. 169, 1895; Frémy, Myx. Afr.-éq., p. 196, fig. 163, 1930.

Ech. E, J.
Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Lyngbya mucicola Lemm., Ark. f. Bot., Bd, 2, n° 2, p. 70, 1904; Frémy, Myx. Afr.-éq., p. 200, fig. 168.

Ech. 35.
Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Lyngbya Holdenii Forti *in* De Toni, Syll. Alg., V, p. 260, 1907 (= *L. subtilis* Holden, 1900).

Filaments attachés aux autres algues par leur milieu, les extrémités étant libres ; gaines minces et délicates ; trichomes épais de 3-4,5 μ, rétrécis aux articulations, à sommet parfois légèrement atténué; cellule apicale à sommet arrondi; cellules longues de 3-13 μ.

Ech. XV, XXIII, XXVII, XLVIII.
Distr. géogr. — Amérique du Nord, Antilles.

Source MNHN Paris

fa. *minor* Frémy n. fa. — *Differt a typo trichomatibus* 2,5 μ *tantum crassis.*

Ech. 21.

Distr. géogr. — Ile Bonaire.

Lyngbya Kützingii Schmidle, Alg. Bot. Zeitschr., p. 58, 1897; Geitler, Cyanophyceæ *in* Rab. — Kryptogamenfl., p. 1035.

Ech. F.

Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Var. *minor* Gardner, Mem. N.-York Bot. gard., VII, p. 39, Pl. 8, fig. 76, 1927.

Ech. IL, L.

Distrib. géogr. — Porto-Rico, Antilles hollandaises.

Lyngbya infixa Frémy, C.R.A.S., T. 195, p. 1414, 1932; Cyan. côtes d'Eur., p. 110, Pl. 30, fig. 1.

Ech. 4, 27, 33, 37, 40, XXI, XXIII, XXX, IL, L.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Lyngbya complectens Frémy, The Fouad I University, Bull. of the Faculty of Science n° 18, p. 33; Pl. 11, Fig. 5-9, 1938.

Filaments lâchement spiralés, plus rarement presque droits, entourant le plus souvent les filaments d'autres algues, plus rarement libres, épais de 0,75 μ à peine; gaines très minces, incolores, trichomes d'un vert érugineux très pâle, cloisons invisibles.

Ech. LII, LIII.

Distr. géogr. — Mer Rouge, Antilles hollandaises.

Lyngbya Dangeardi Frémy *in* J. De Toni, Diagnoses Alg. nov., I, Myxophyceæ, Cent. VII, c. ic. 1940.

Filaments épais de 1,6-2 μ, entourant lâchement et irrégulièrement les gaines de grosses Cyanophycées, ou bien libres et alors droits ou diversement courbés; trichomes légèrement rétrécis aux articulations; articles subcarrés ou jusqu'à 2,5 fois plus longs que larges; protoplasma très finement granuleux; gaines incolores, ne bleuissant pas sous l'action du chloroiodure de zinc; cellule apicale à sommet arrondi, sans coiffe.

Ech. 34.

Distr. géogr. — Mer Rouge, Antilles hollandaises.

IV. *OSCILLATORIA* Vaucher

Oscillatoria princeps Vaucher, Hist. des Conferves, p. 190,

Source MNHN, Paris

1803; Gom., Monogr., II, p. 206 (tiré à part, p. 226), Pl. 6, fig. 9, 1892.

Ech. E, F, J.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Oscillatoria Bonnemaisonii Crouan *in* Desmazières, Pl. crypt. de France, II, n° 537, 1858; Gom., *loc. cit.*, p. 215 (tiré à part, p. 235), Pl. 6, fig. 17-18; Frémy, Cyan. côtes d'Europe, p. 118, Pl. 30, fig. 6, 1934.

Ech. 21, III, LI.

Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Oscillatoria miniata (Zanard.) Hauck, emend. Frémy, *loc. cit.*, p. 119, Pl. 30, fig. 7.

Ech. XV, LI.

Distr. géogr. — Adriatique, Amérique du Nord, Antilles.

Oscillatoria margaritifera Kütz., Tab. phyc., I, p. 31, Pl. 43, fig. X, 1843; Gom., *loc. cit.*, p. 216 (tiré à part, p. 236), Pl. 6, fig. 19; Frémy, *loc. cit.*, p. 120, Pl. 31, fig. 1.

Ech. LI.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Oscillatoria nigro-viridis Thw. *in* Harv. Phyc. brit., 1846-51; Gom., *loc. cit.*, p. 217 (tiré à part, p. 237), Pl. 6, fig. 20; Frémy, *loc. cit.*, p. 120, Pl. 30, fig. 8.

Ech. 53, XXVII, XLVI, LII, LIII, LV.

Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Oscillatoria corallinæ (Kütz.) Gom., *loc cit.*, p. 218 (tiré à part, p. 238), Pl. 6, fig. 21; Frémy, *loc. cit.*, p. 121, Pl. 30, fig. 9.

Ech. 21, XV, XXIII.

Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

Oscillatoria tenuis Ag., 1813; Gom., *loc. cit.*, p. 220 (tiré à part, p. 240), Pl. 7, fig. 2-3; Frémy, *loc. cit.*, p. 121, Pl. 30, fig. 10.

Ech. 8, F.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Oscillatoria amphibia Ag., 1827; Gom., *loc. cit.*, p. 221 (tiré à part, p. 241), Pl. 7, fig. 4-5; Frémy, *loc. cit.*, p. 122, Pl. 31, fig. 2.

Ech. XLVI, E.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Source : MNHN, Paris

Oscillatoria Lloydiana Gom., Bull. Soc. bot. fr., XLVI, p. 39, Pl. 1, fig. 17; Frémy, *loc. cit.*, p. 124, Pl. 31, fig. 6.

Ech. 7, 8.

Distr. géogr. — Côtes occidentales de France, Antilles hollandaises.

Oscillatoria subuliformis Kütz., 1863; Gom. *loc. cit.*, p. 226 (tiré à part, p. 246), Pl. 7, fig. 10; Frémy, *loc. cit.*, p. 125, Pl. 31, fig. 8.

Ech. XXVII.

Distr. géogr. — Europe septentrionale et occidentale, Amérique du Nord, Antilles hollandaises.

Oscillatoria formosa Bory, 1827; Gom., *loc. cit.*, p. 230 (tiré à part, p. 240), Pl. 7, fig. 16; Frémy, *loc. cit.*, p. 126, Pl. 31, fig. 11.

Ech. XXVII.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Oscillatoria lœtevirens Crouan, 1860; Gom., *loc. cit.*, p. 226 (tiré à part, p. 246), Pl. 7, fig. 11; Frémy, *loc, cit.*, p. 126, Pl. 31, fig. 12.

Ech. 7, 28, 38, XLVI.

Distr. géogr. — Europe septentrionale et occidentale, Mer Rouge, Amérique du Nord, Antilles hollandaises; probablement cosmopolite.

Oscillatoria chalybea Mertens, 1822; Gom. *loc. cit.*, p. 232 (tiré à part, p. 252), Pl. 7, fig. 19; Frémy, *loc. cit.*, p. 127, Pl. 31, fig. 14-15.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

V. *SPIRULINA* Turpin

Spirulina (Arthrospira) Gomontiana (Setchell) Geitler, Süsswasserflora, H. 12, p. 344, 1925; Cyanophyceæ *in* Rab. - Kryptogamenfl., p. 924.

Ech. XXVII.

Distr. géogr. — Amérique du N.; Antilles hollandaises. — Cette espèce vit surtout dans les eaux douces où elle forme des « fleurs d'eau »; exceptionnellement elle peut se trouver dans des eaux salées.

Spirulina Meneghiniana Zanard., 1847; Gom., Monogr., 11, p. 250 (tiré à part, p. 270), Pl. 7, fig. 28, 1892; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 131, Pl. 31, fig. 17, 1934.

Ech. 21.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Spirulina subtilissima Kütz., Phyc. gen., p. 183, 1843; Gom.

loc. cit., p. 252 (tiré à part, p. 272), Pl. 7, fig. 30; Frémy, *loc. cit.*, p. 132, Pl. 31, fig. 20.

Ech. 41, 48, XLVI, LII, LIII.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Spirulina rosea Crouan, Florule du Finistère, p. 111, 1867; Gom., *loc. cit.*, p. 253 (tiré à part, p. 273), Pl. 7, fig. 31; Frémy, *loc. cit.*, p. 132, Pl. 31, fig. 22.

Ech. XLVIII.
Distr. géogr. — Europe, Amérique.

Spirulina subsalsa Oersted, 1842; Gom., *loc. cit.*, p. 253 (tiré à part, p. 273), Pl. 7, fig. 32; Frémy, *loc. cit.*, p. 133, Pl. 31, fig. 24.

Ech. 3, 7, 8, 11, 21, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 38, 41, 42, XXVII, XXVIII, XXXII, XLVIII, IL, L, LV, LVI, E.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Var. *crassior* Virieux, Bull. Soc. Hist. nat. du Doubs, 1912-13, p. 7, fig. 6.

Ech. 28, XXVII.
Distr. géogr. — Europe, Antilles hollandaises.

Spirulina gigantea Schmidle *in* Engl. Bot. Jarhrb., XXXII, p. 59, Pl. 1, fig. 5, 1902; Frémy, Myx. Afr.-éq. fr., p. 235, fig. 9, 1930.

Ech. XXVII.
Distr. géogr. — Indes, Afrique-équatoriale, Antilles hollandaises.

Spirulina labyrinthiformis (Menegh). Gom., *loc cit.*, p. 255 (tiré à part, p. 275); Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 134, Pl. 31, fig. 25.

Ech. 8, 20, 21, 35, 41, XXVIII, XLVIII.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

B. ANHOMOCYSTEAE

I. *AMPHITHRIX* Kütz.

Amphithrix violacea (Kütz.) Born. et Flah., Revision, 1, p. 344, 1886; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 137, Pl. 32, fig. 4, 1934.

fa. *aeruginea* Frémy fa. nov. — *A typo differt strato et filis laete aeruginei.*

Cette forme ne diffère du type que par la couleur de son thalle qui est d'un vert érugineux clair et de ses trichomes qui ont la même

Source MNHN Paris

teinte, au lieu d'être violets; les trichomes sont légèrement toruleux, les articles, larges de 2 μ, sont un peu moins longs; les poils, comme il arrive chez cette espèce, sont souvent tombés.

Ech. 30.
Distr. géogr. — Antilles hollandaises (Bonaire).

II. *CALOTHRIX* Agardh

Calothrix aeruginea Thur.; Born. et Flah., Rev., 1, p. 358, 1886; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 140, Pl. 34, fig. 1, 1934.

Ech. VI, XII, XXVIII.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Calothrix confervicola (Roth) Ag.; Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 349; Frémy, *loc. cit.*, p. 140, Pl. 35, fig. 1.

Ech. LII, LIV, LV.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Calothrix scopulorum Ag., 1824; Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 353; Frémy, *loc. cit.*, p. 143, Pl. 35, fig. 2.

Ech. 17, 21, I, III.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Calothrix paritina Thur., 1875; Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 366; Frémy, *loc. cit.*, p. 144, Pl. 37.

Ech. C.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Calothrix fusca Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 364; Frémy, *loc. cit.*, p. 145, Pl. 36, fig. 2.

Ech. D.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Calothrix Braunii Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 368; Frémy, Myx. Afr.-éq., p. 257, fig. 230, 1930.

Ech. F.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Calothrix sp. (plantes imparfaitement développées).

Ech. LVIII, J.

III. *DICHOTHRIX* Zanardini

Dichothrix fucicola (Kütz.) Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 379; Frémy, Cyan. marines des anc. Antilles danoises, Bot. Ark., Bd. 9, n° 7, p. 38, fig. 5, 1930.

Ech. XXXIV.
Distr. géogr. — Antilles.

Source MNHN Paris

IV. *ISACTIS* Thur.

Isactis plana (Harv.) Thur.; Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 344; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 151, Pl. 42, fig. 1, 1934.

Ech. XIV.

Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

V. *GLOEOTRICHIA* J. Ag.

Gloeotrichia Raciborskii Woloszynska, Bull. Ac. Sc. Cracovie, p. 687, fig. 12, 1912; Geitler Cyanophyceæ *in* Rab. - Kryptogamenflor., p. 637, fig. 405.

Ech. F, H, I.

Distr. géogr. — Java, Antilles hollandaises.

Cette espèce semble très proche de *Gl. natans* Rab. dont elle n'est peut-être qu'une forme.

VI. *MICROCHATE* Thur.

Microchaete vitiensis Askenasy, 1885; Born. et Flah., Revision, III, p. 85, 1886.

Ech. XXIII.

Distr. géogr. — Pacifique : îles Viti, Mataku, Bismarck, Laysan; Antilles hollandaises.

VII. *SCYTONEMA* Agardh.

Scytonema myochrous Ag., Disp. Alg. Sueciae, p. 38, 1912; Born. et Flah., Revision, III, p. 104; Frémy, Scytonémacées de la France, p. 39, Pl. IX, fig. 33, 1927.

Ech. 44.

Distr. géogr. — Cosmopolite.

Scytonema velutinum (Kütz.) Rab., Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 108; Frémy, Scytonémacées de la France, p. 41, Pl. XII, fig. 39, 1927.

Ech. 44.

Distr. géogr. — Probablement cosmopolite.

L'échantillon de Klein Bonaire porte souvent des conidies chroococcoïdales semblables à celles que j'ai signalées à l'occasion d'échantillons de l'île Sainte-Croix (anciennes Antilles danoises) *Cfr.*: Frémy, Cyanophycées marines des anciennes Antilles danoises *in* Dansk Bot. Arkiv., Bd. 9, n° 7, pp. 41-43, 1939.

Source MNHN Paris

VIII. *CYLINDROSPERMUM* Kütz.

Cylindrospermum muscicola Kütz.; Bornet et Flahault, Revision, IV, p. 254, 1887; Geitler, Cyanophyceæ *in* Rab. — Kryptogamenfl., p. 822, fig. 520 (d'ap. Frémy).

Ech. I.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

IX. *ANABAENA* Bory

Anabaena sp. pl. ster.
Ech. XXI, LII, LIII, LVI, E.

X. *NOSTOC* Vaucher

Nostoc Linckia (Roth) Born. et Flah., Revision, IV, p. 192, 1887; Frémy, Cyan. côtes d'Eur., p. 175, Pl. 58, fig. 1.

Ech. F, I.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

Nostoc sphaericum Vauch., 1803; Born. et Flah., *loc. cit.*, p. 208; Frémy, *loc. cit.*, p. 177, Pl. 59, fig. 1.

Ech. D.
Distr. géogr. — Cosmopolite.

RÉSUMÉ

1° La population cyanophycéale des Antilles hollandaises, telle que la fait connaître les récoltes qui m'ont été communiquées par le Dr. Hummelinck, comprend 100 espèces identifiées qui se répartissent comme il suit :

1° *CHROOCOCCALES* :

Merismopedia	1
Microcystis	1
Aphanocapsa	7
Aphanothece	4
Gomphosphaeria	1
Chroococcus	3
Gloeocapsa	2
Gloeothece	1
Entophysalis	2
Myxosarcina	1
Total	23

Source : MNHN, Paris

2° *Chamaesiphonales* :

Pleurocapsa	2
Xenococcus	5
Dermocarpa	2
Dermocarpella	1
Chamaesiphon	2
Total	12

3° *Homocysteae* :

Microcoleus	4
Hydrocoleum	2
Schizothrix	2
Symploca	1
Phormidium	3
Lyngbya	16
Oscillatoria	13
Spirulina	7
Total	48

4° *Heterocysteae* :

Amphithrix	1
Calothrix	7
Dichothrix	1
Isactis	1
Gloeotrichia	1
Microchaete	1
Scytonema	2
Cylindrospermum	1
Nostoc	2
Total	17

Total général : 100

A ces 100 espèces qui ont pu être identifiées, il faudrait en ajouter un certain nombre d'autres appartenant aux genres *Hydrocoleum*, *Calothrix* et *Anabaena*, qui n'ont pu être déterminées spécifiquement.

Source: MNHN Paris

2° Un petit nombre de nouveautés ont été décrites :

Aphanocapsa marina fa. *major* n. fa.
Aphanothece minor n. sp.
Microcoleus Sanctæ-Crucis fa. *Bonairensis* n. fa.
Lyngbya Holdenii fa. *minor* n. fa.
Amphithrix violacea fa. *aeruginea* n. fa.

3° Au point de vue *écologique*, certaines espèces vivent exclusivement ou principalement dans les lacs salants; d'autres, dans la mer; d'autres indifféremment dans les lacs salants ou dans la mer :

a) Espèces vivant exclusivement ou principalement dans les lacs salants (1) :

**Aphanocapsa littoralis*,
Aphanocapsa marina,
Aphanocapsa salina,
Aphanothece pallida,
**Myxosarcina salina*,
**Microcoleus chthonoplastes*,
Phormidium tenue,
**Oscillatoria laetevirens*.

b) Espèces vivant exclusivement ou principalement dans la mer :

Xenococcus acervatus,
Symploca hydnoides,
Lyngbya Agardhii,
Lyngbya sordida,
Lyngbya majuscula,
**Lyngbya confervoides*,
**Lyngbya semiplana*,
**Lyngbya Holdenii*,
**Lyngbya infixa*,
**Oscillatoria nigro-viridis*,
Oscillatoria Lloydiana,
Calothrix aeruginea,
Calothrix confervicola.

(1) Les espèces dont le nom est précédé d'un astérisque se retrouvent parfois dans la mer. Dans ces listes nous n'avons pas considéré les espèces d'eau douce, les récoltes étudiées étant trop peu nombreuses.

Source: MNHN, Paris

4° Espèces vivant indifféremment dans les lacs salants ou dans la mer :

Chroococcus turgidus,
Lyngbya aestuarii,
Lyngbya lutea,
Spirulina subtilissima,
Spirulina labyrinthiformis,
Spirulina subsalsa,
Calothrix scopulorum.

5° Au point de vue géographique, la plupart des espèces observées ont une large dispersion, un petit nombre seulement ont une aire restreinte, d'après nos connaissances actuelles. Ce sont, en plus des nouveautés décrites : *Entophysalis samoensis, Myxosarcina salina, Pleurocapsa entophysaloides, Xenococcus cladophoræ, Dermocarpella hemisphaerica, Microcoleus Sanctæ-Crucis, Hydrocoleum comoides, Lyngbya Holdenii, Lyngbya complectens, Lyngbya Dangeardi, Spirulina Gomontiana, Spirulina gigantea, Dichothrix fucicola, Gloeotrichia Raciborskii, Microchate vitiensis.*

—:—

(1) Les espèces dont le nom est précédé d'un astérisque se trouvent aussi dans les eaux saumâtres.

Source MNHN Paris

Contribution à la Flore des Diatomées d'eau douce de Madagascar

Par E. MANGUIN

Le matériel faisant l'objet de cette présente note a été récolté par M. R. Heim, Sous-Directeur du Laboratoire de Cryptogamie au Muséum, lors de sa mission scientifique à Madagascar, en 1934-35.

L'étiquette de cette récolte porte l'indication stationnelle suivante : Algues sur rochers suintants, cascade des Roussettes, Montagne d'Ambre, 28 janvier 1935.

La population algale de cette unique récolte, à l'exception d'*Oscillatoria splendida* Greville, très abondante, est uniquement représentée par de nombreuses Diatomées. La plupart sont des formes mésophiles euryoniques, caractéristiques des rochers et mousses suintants.

Pour chacune des espèces de la liste systématique suivante, nous donnons, avec le terme de fréquence, les aptitudes écologiques essentielles.

Liste systématique

Melosira Roeseana Rabh. — Abd. Diam. des frustules 45-80 μ. Forme à disque valvaire ondulé; morphose provoquée par la concentration des éléments alcalins du milieu extérieur. Cosmopolite. Forme aérophile des rochers suintants et des mousses. — Pl. I, fig. 1.

Source: MNHN, Paris

Melosira echinata sp. nov. — Abd. Cellules, à l'état de repos, ellipsoïdes à sphériques. Diam. 8-18 μ, hauteur des demi-cellules 5-7 μ. Frustules liés entre eux par de nombreux aiguillons intriqués entre les disques valvaires mitoyens. Valves hémisphériques, ou en forme de maie, avec une courte partie de manteau et un disque aplati convexe. Sillon (sulcus) et gorge (collum) absents. Pseudosillon (pseudosulcus) ample. Structure : membrane cellulaire robuste; sur la courte partie du manteau figure une bande annulaire étroite de fines granulations (très petits aiguillons) bordant la ligne de suture des deux demi-cellules valvaires; disque (discus) ± parsemé de linéaments punctiformes; bandes connectives montrant de fines stries parallèles, 10-11 en 10 μ.

Par sa morphologie générale, cette espèce paraît très voisine de *M. dubia* Kütz., mais elle en diffère principalement par le mode de liaison des frustules, ainsi que par la structure du manteau et du disque valvaires ne présentant pas de fines stries ponctuées. — Pl. I, fig. 2, A, B, C.

— — *forma reducta* fo. nov. — Abd. Forme à dimensions et à ornementation plus réduites que chez l'espèce. — Pl. I, fig. 3.

Eunotia arcus Ehr. — R. Cosmopolite. Forme indifférente des mares ou des sources.

— *fallax* A. Cleve. — R. *Forme affine* (Hust. Diat. Flor. v. Java : p. 167, Pl. X, fig. 19-29). Cosmopolite. Forme bryophile des rochers suintants.

— *lunaris* (Ehr.) Grun. — Abd. Cosmopolite. Oligohalobe et eurytope.

— — var. *subarcuata* (Naeg.) Grun. — R.

— *pectinalis* (Kütz.) Rabh., var. *minor* (Kütz.) Rabh. — Abd. Cosmopolite. Oligohalobe et eurytope.

— *parallela* Ehr. — R. Europe du Nord, montagnarde dans les autres régions de l'Europe. Forme sphagnophile.

Achnanthes exigua Grun. — Abd. Forme littorale indifférente des sources, eurytherme.

— *inflata* Kütz. — Abd. Cosmopolite. Oligohalobe et aérophile.

— *lanceolata* Bréb. — R. Cosmopolite. Forme indifférente, euryzone et krénophile.

Source: MNHN, Paris

Frustulia rhomboides (Ehr.) de Toni. — R. Cosmopolite. Forme littorale indifférente, eurytope, également des sources.

— — var. *saxonica* (Rabh.) de Toni. — Abd. Cosmopolite. Forme halophobe et stenotope, dominante des eaux à réaction acide.

— *vulgaris* Thwaites. — R. Cosmopolite. Indifférente non halophobe.

Diploneis ovalis (Hilse) Cleve. — Abd. Cosmopolite. Forme indifférente, également des sources comme des rochers suintants, euryhaline faible.

— *subovalis* Cleve. — Abd. Cosmopolite. Oligohalobe et eurytope.

Navicula brekkaensis Petersen. — R. Long. 19-32 μ, larg. 4,5-5 μ; plus de 35 stries en 10 μ. Cosmopolite. Krénophile, aérophile. — Pl. I, fig. 4.

— *contenta* Grun. — R. Cosmopolite, Oligohalobe et aérophile.

— — *fo. biceps* Arnott. — R.

— *Heimii* sp. no. — Abd. Valves elliptiques lancéolées, extrémités ± allongées subrostrées, à pôles arrondis obtus. Long. 19-22 μ, larg. 5,5-6,5 μ Aréa axial étroit, faiblement élargi autour du nodule central, accompagné latéralement d'une dépression en direction apicale. Stries indiscernables. — Pl. I, fig. 5.

— — var. *citriformis* var. nov.— Abd. Valves proportionnellement plus larges que chez le type, subrhomboïdes-elliptiques, avec des extrémités étirées rostrées et à pôles arrondis obtus. Long. 7-14 μ, larg. 4-5,5 μ; stries également indiscernables. Area axial avec dépression latérale.

Cette variété nous paraît présenter une analogie de forme et de structure avec *N. Krasskei* Hust., mais par le faible élargissement, cependant suffisamment marqué, de l'area axial autour du module central, nous rattachons celle-ci à l'espèce nouvelle ci-dessus décrite. — Pl. I, fig. 6.

— *Lamii* sp. nov. — R. Valves elliptiques-lancéolées, à extrémités largement arrondies. Branches du raphé légèrement arquées vers les pores centraux. Aréa axial très étroit, de même largeur autour du nodule central. Stries indiscernables. Long. 13-13,5 μ, larg. 4 μ. — Pl. I, fig. 6.

— *quadripartita* Hust. — R. Long. 19-21 μ, larg. 7 μ; 14-16

Source: MNHN, Paris

stries en 10 μ. Cosmopolite. Oligohalobe, aérophile préférentielle des Mousses. — Pl. I, fig. 9.

Navicula ***quadriundulata*** sp. nov. — R. Valves linéaires, marginalement 4- ondulées d'un pôle à l'autre. Aréa axial non distinct du raphé, seulement une zone hyaline subrectangulaire autour du nodule central. Stries indiscernables. Long. 14 μ, larg. 3 μ. — Pl. I, fig. 8.

Caloneis hyalina Hust. — R. Long. 22-23 μ, larg. 5,5-6,5 μ; plus de 35 stries en 10 μ. Java (HUSTEDT). Forme aérophile des sources. — Pl. I, fig. 10.

Pinnularia Braunii (Grun.) Cleve., var. amphicephala (A. Meyer) Hust. — Abd. Cosmopolite. Indifférente à halophobe.

— *leptosoma* Grun. — R. Cosmopolite des zones tempérées et chaudes, de préférence montagnarde. Oligohalobe (halophobe à indifférente), aérophile.

— *subcapitata* Gregory. — R. Cosmopolite. Indifférente, franchement krénophile dans les îles de la Sonde (HUSTEDT).

— *viridis* (Nitzsch) Ehr. var. *intermedia* Cleve. — Abd. L'espèce est cosmopolite, oligohalobe, eurytope, aussi bien littorale des lacs comme aussi des mares, également fontaines.

— — var. *elliptica* Meister, *fo.* — R. Area axial d'un tiers environ de la largeur valvaire. Raphé unilatéralement bordé d'une ligne d'accompagnement. Bandes longitudinales étroites. Long. 105 μ, larg. 17 μ; 9-10 stries en 10 μ. — Pl. I, fig. 11.

Cymbella ***madagascariensis*** sp. nov. — R. Valves naviculoïdes, très peu asymétriques par rapport à la ligne médiane, largement linéaires-lancéolées, à bords faiblement tumides dans la partie valvaire médiane, extrémités largement arrondies obtuses. Long. 29-31 μ, larg. 7-8 μ. Raphé très peu excentrique, droit. Aréa axial étroit, mais distinctement délimité, élargi autour du nodule central. Stries transapicales finement ponctuées, radiales vers le milieu de la valve : 15 en 10 μ, convergentes aux extrémités. Pas de point ou stigma isolés. — Pl. I, fig. 12.

Nitzschia amphibia Grun. — R. Cosmopolite. Oligohalobe, eurytope, euryhaline et eurytherme.

— *linearis* W. Smith. — Abd. Cosmopolite. Oligohalobe des sources et bassins.

Source MNHN Paris

Surirella linearis W. Smith. — R. Cosmopolite. Forme oligohalobe, littorale et des sources, krénophile dans les îles de la Sonde (HUSTEDT).

OUVRAGES CONSULTÉS

Fr. HUSTEDT. — Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas. Heft 10 : Bacillariophyta. 1930.

— Rabenhorst, Kryptogamenflora, Band VII : Die Kieselalgen. 1930-33.

— Systematisch und ökologische unter suchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra. — *Archiv für Hydrobiologie* 1938.

G. KRASSKE. — Zur Kieselalgenflora Südchiles. — *Archiv für Hydrobiologie* 1939.

(Travail effectué au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE

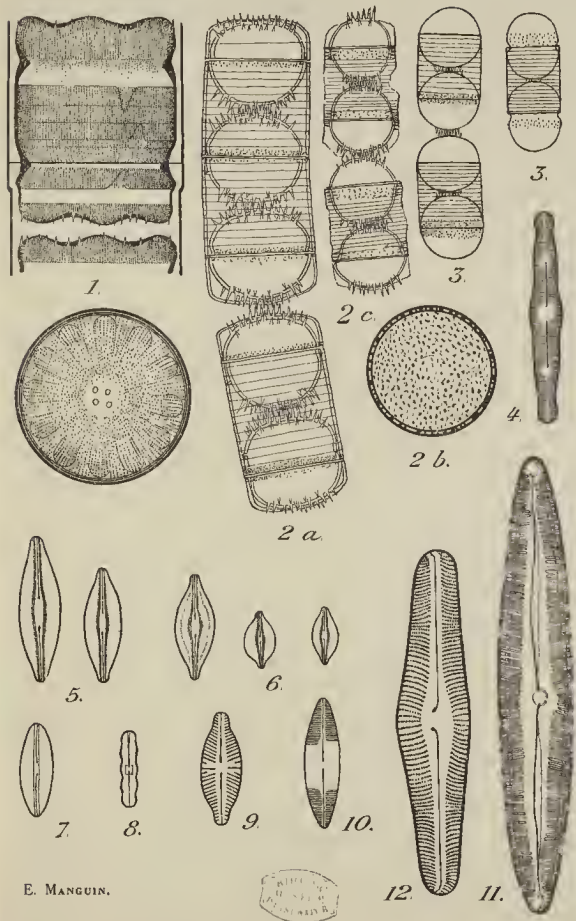
Figures : 1; 2 A, 2 C; 3; 9; 11 = × 800. — 2 B; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12 = × 1.500.

Fig. 1, *Melosina Roeseana*. — 2 A, B, C, *M. echinata*. — 3, *M. echinata fo. reducta*. — 4, *Navicula Brekkaensis*. — 5, *N. Heimii*. — 6, *N. Heimii*, var. *citriformis*. — 7, *N. Lamii*. — 8, *N. quadriundulata*. — 9, *N. quadripartita*. — 10, *Caloneis hyalina*. — 11, *Pinnularia viridis*, var. *elliptica*, *fo*. — 12, *Cymbella madagascariensis*.

—:—

MNHN Paris

DIATOMÉES DE MADAGASCAR



E. Manguin.

Source: MNHN, Paris